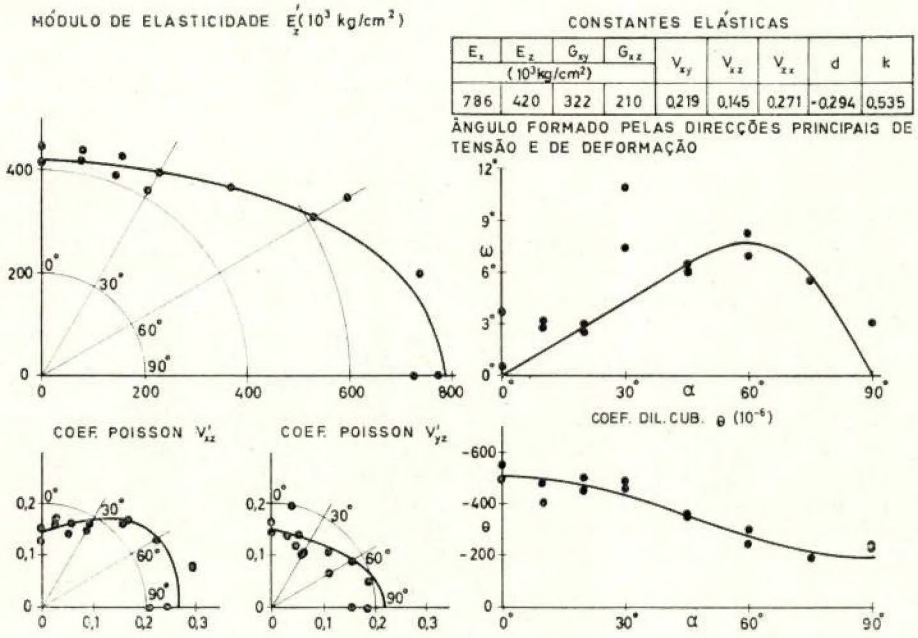
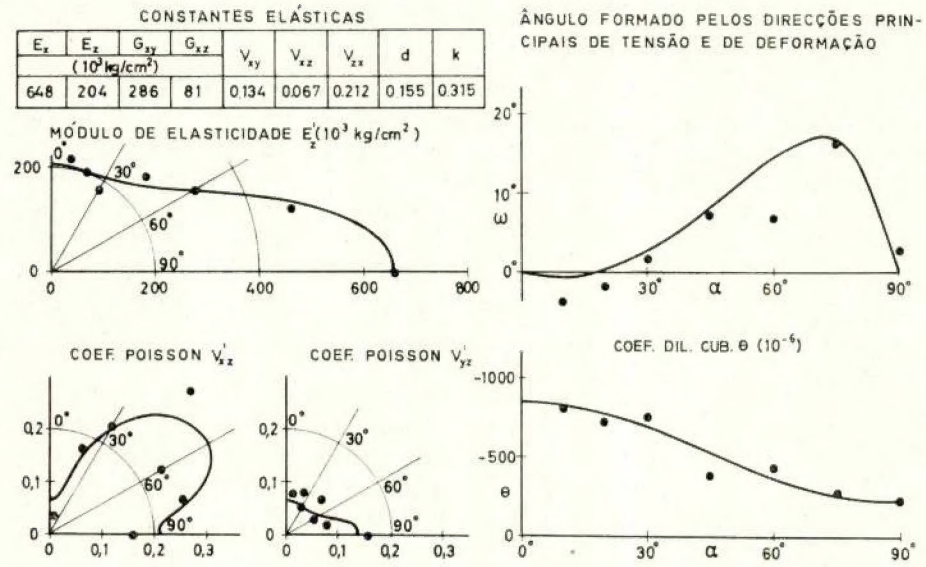


E_x	E_z	G_{xy}	G_{xz}	V_{xy}	V_{xz}	V_{zx}	d	k
(10^3 kg/cm²)								
786	420	322	210	0,219	0,145	0,271	-0,294	0,535

Fig. 4 — Ensaios de laboratório, xisto II



E_x	E_z	G_{xy}	G_{xz}	V_{xy}	V_{xz}	V_{zx}	d	k
(10^3 kg/cm²)								
648	204	286	81	0,134	0,067	0,212	0,155	0,315

Fig. 5 — Ensaios de laboratório, xisto III

laterais a xistosidade se apresentasse horizontal e nas outras duas formando um ângulo α com a horizontal (fig. 2).

Nas faces em que a xistosidade se apresentava horizontal colaram-se extensómetros eléctricos na direcção horizontal, nas outras duas rosetas de extensómetros eléctricos a 45°. Estes prismas foram ensaiados à compressão axial e feitas leituras de todos os extensómetros, determinando-se assim os valores experimentais de E'_z, ν'_{xz}, ν'_{yz}, θ', e ω. A partir destes valores determinaram-se, pelo método dos mínimos quadrados, os valores de E_z, ν_{xz}, ν_{xy}, k e d, e traçaram-se as curvas teóricas que, juntamente com os valores experimentais, se apresentam nas figuras 3, 4 e 5.

Os valores experimentais e os teóricos são os indicados nos quadros I, II e III.

QUADRO I

α	E (10^3 kgf/cm²)		ν		ν'		θ (10^{-6})		ω	
	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.
0°	765	763	0,196	0,211	0,213	0,211	− 232	− 227	− 30′	0°
10°	836	756	0,201	0,224	0,227	0,209	− 205	− 225	− 44′	− 1° 13′
20°	766	741	0,241	0,259	0,254	0,205	− 198	− 217	− 08′	− 1° 23′
30°	655	729	0,249	0,298	0,260	0,202	− 227	− 206	− 1° 15′	− 28′
45°	727	741	0,379	0,335	0,212	0,205	− 169	− 185	+ 5° 50′	+ 2° 16′
60°	873	809	0,313	0,330	0,227	0,224	− 158	− 148	+ 3° 24′	+ 4° 46′
90°	966	976	0,249	0,270	0,233	0,268	− 161	− 142	+ 51′	0°

QUADRO II

α	E (10^3 kgf/cm²)		ν		ν'		θ (10^{-6})		ω	
	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.
0°	414	420	0,153	0,145	0,149	0,145	− 506	− 506	30′	0°
0°	446	420	0,129	0,145	0,165	0,145	− 559	− 506	3° 42′	0°
10°	426	424	0,166	0,152	0,143	0,146	− 486	− 497	2° 45′	1° 18′
10°	447	424	0,176	0,152	0,204	0,146	− 416	− 497	3° 15′	1° 18′
20°	416	437	0,173	0,169	0,130	0,147	− 502	− 470	3° 0′	2° 44′
20°	454	437	0,152	0,169	0,152	0,147	− 460	− 470	2° 35′	2° 44′
30°	450	459	0,171	0,194	0,119	0,151	− 467	− 428	7° 50′	4° 16′
30°	414	459	0,187	0,194	0,126	0,151	− 497	− 428	11° 0′	4° 16′
45°	517	519	0,241	0,232	0,157	0,162	− 349	− 350	6° 11′	6° 33′
45°	519	519	0,228	0,232	0,154	0,162	− 358	− 350	6° 30′	6° 33′
60°	614	615	0,258	0,259	0,130	0,182	− 299	− 273	8° 20′	7° 44′
60°	689	615	0,257	0,259	0,182	0,182	− 245	− 273	6° 55′	7° 44′
75°	765	729	0,306	0,270	0,199	0,207	− 194	− 215	5° 32′	5° 54′
90°	727	786	0,242	0,271	0,157	0,219	− 248	− 194	3° 15′	0°
90°	778	786	0,206	0,271	0,187	0,219	− 234	− 194	3° 15°	0°

QUADRO III

α	E (10^3 kgf/cm²)		ν		ν'		θ (10^{-6})		ω	
	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.	Exp.	Cal.
0°	—	204	—	0,067	—	0,067	—	− 848	—	0°
10°	218	204	0,038	0,091	0,081	0,066	− 811	− 829	− 3° 40′	− 28′
20°	204	203	0,177	0,153	0,090	0,064	− 718	− 772	+ 1° 20′	+ 20′
30°	185	207	0,242	0,228	0,061	0,062	− 752	− 686	+ 1° 42′	+ 2° 43′
45°	261	235	0,386	0,319	0,101	0,063	− 393	− 525	+ 7° 08′	+ 8° 29′
60°	317	317	0,246	0,349	0,061	0,082	− 438	− 363	+ 6° 50′	+ 14° 26′
75°	473	494	0,265	0,289	0,083	0,106	− 276	− 245	+ 16 25′	+ 16° 49′
90°	650	648	0,158	0,212	0,158	0,134	− 207	− 201	+ 2° 50′	0°

4 — ENSAIOS DE CAMPO

Estes ensaios foram efectuados em galerias de reconhecimento abertas em xisto grauvacóide intensamente dobrado apresentando metamorfismo geral pouco acentuado, tendo-se feito ensaios de deformabilidade vertical e horizontal e também normal e paralelamente à xistosidade [1].

Os valores obtidos estão inscritos no quadro IV onde se encontram agrupados segundo o grau de alteração da rocha, indicando-se também os valores de E_x, E_z k e d sempre que foi possível determiná-los. Estes valores foram calculados pelo método dos mínimos quadrados e as curvas obtidas são as da fig. 6.

CONSTANTES ELÁSTICAS

	E_x	E_z	d	k
	(10^3 kg/cm^2)			
I	125	48	4.244	0.383
II	389	83	2.527	0.213
III	52.5	12.5	—	0.238

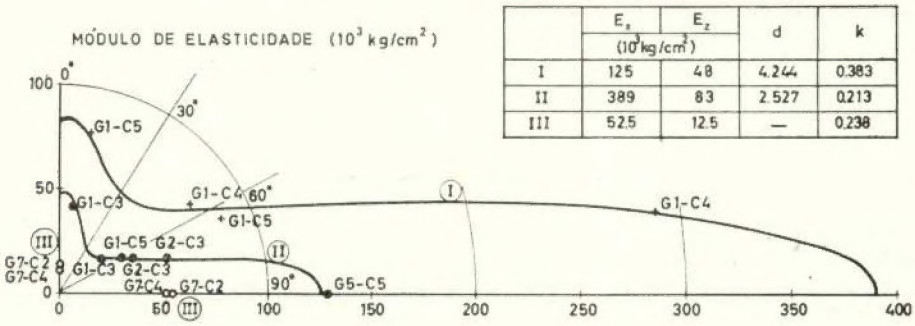


Fig. 6 — Ensaios de campo, xisto grauvacóide

QUADRO IV

Xisto grauvacóide da Aguieira

Galeria	Caixa	α	E Exp.	E Cal.	Constantes elásticas E_x	E_z	k	d
			(10^3 kgf/cm2)		(10^3 kgf/cm2)			
G1	C1	55°	45,6					
G1	C1	80°	121,9					
G1	C3	50°	26,6	26,4	125,2	47,9	0,383	4,244
G1	C3	8°	42,4	44,4				
G2	C3	65°	38,6	39,7				
G2	C3	72°	54,4	55,6				
G5	C5	60°	34,4	33,1				
G5	C5	90°	128,6	125,2				
G1	C4	56°	77,0	70,8	389,2	82,9	0,213	2,527
G1	C4	82°	288,9	284,6				
G1	C5	65°	86,2	98,7				
G1	C5	11°	78,0	76,2				
G2	C4	0°	22,6					
G2	C4	90°	35,0					
G5	C3	56°	23,0					
G5	C3	74°	118,4					
G7	C1	83°	51,8					
G7	C2	0°	13,1	12,5	52,5	12,5	0,238	—
G7	C2	90°	54,0	52,5				
G7	C4	0°	11,9	12,5				
G7	C4	90°	51,1	52,5				

5 — CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nos ensaios de deformabilidade de rochas xistosas em laboratório pode concluir-se que elas se comportam como um corpo transversalmente isotrópico, sendo portanto definidas por cinco constantes elásticas independentes.

Os ensaios «in situ» mostram um comportamento idêntico ao desse corpo ideal, mas para a determinação das constantes elásticas do maciço terão de se fazer não só medições de deslocamentos verticais mas também de delocamentos horizontais.

BIBLIOGRAFIA

[1] — Estudo das propriedades mecânicas da rocha de fundação da barragem da Aguieira (LNEC, Lisboa, Fevereiro de 1964).

[2] — LOVE, A. E. H. — The mathematical theory of elasticity (Fourth edition, New York, Dover Publications, 1944).

[3] — LEKHNITSKII, S. G. — Theory of elasticity of an anisotropic elastic body (Holden-Day, San Francisco, 1963).

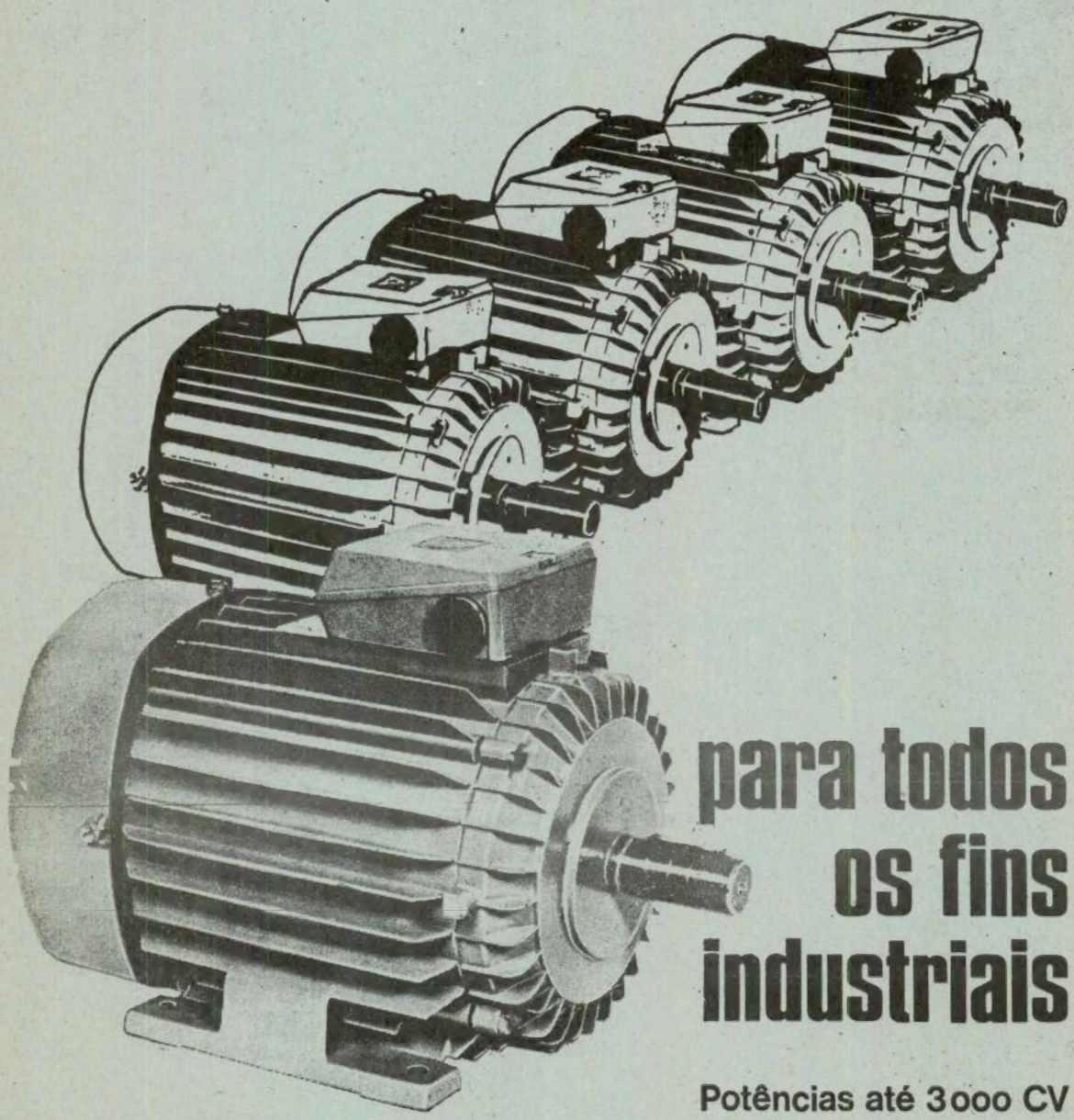
[4] — PINTO, J. L. — O corpo isotrópico transversal e sua aplicação ao estudo das rochas xistosas (LNEC, Lisboa, Julho de 1969).

FEIRAS, CONFERÊNCIAS, EXPOSIÇÕES E CURSOS NO MUNDO

OBJECTIVO E PROGRAMA	LOCAL, DATAS, ORGANIZAÇÃO INFORMAÇÕES
Manitoba Education Trade Show	Winnipeg, Canada, Novembro - 72 1705 Mac Leod Trail S. E. Calgary, Alta, Canada
Salão Internacional de Material para Fábricas de Malte, Cerveja Acondicionamento e Distribuição de Cerveja	Paris, Novembro - 72
Exposição da Indústria Eléctrónica	Tóquio, 2/11 - 7/11
3e Salon International du Traitement des eaux usées et des résidus urbains (IFAT)/2e Symposium Européen des eaux et des résidus urbains (EAS)	Munique - Alemanha, 3 - 9 Novembro - 72, 72, Kongressbüro, Münchener Messe-und Ausstellungsgesellschaft mbH, D 8000 München 12, Theresienhöhe, 15 Alemanha
Canadian National Packaging Exposition	Toronto, 7 - 9 Novembro - 72 45 Charles St., E. Toronto 5, Canada
Exposição «Energia»	Johannesburg, 7 - 15 Novembro - 72 P. O. Box 15517, Johannesburg África do Sul
Canadian Symposium of Communications	Montreal, 9 - 10 Novembro - 72 P. O. Box 82, Station B, Montreal, Canada
Salon International du Matériel D'Embouteillage et des Industries du Conditionnement	Paris, 13 - 18 Novembro - 72 Embaixada Francesa
Exposição e Congresso de Obras Públicas, Equipamento de Construção e Serviços Municipais	Londres, 13 - 18 Novembro - 72
Feira Internacional de Máquinas - Ferramentas	Tóquio, 15/11 — 26/11
Automotive Transport Assn. of Ontario	Toronto, 20 - 21 Novembro - 72
Canadian Construction Show	Toronto, 4 - 7 Dezembro - 72 481 University Av., Toronto 2, Canada
Symposium on River Mechanics (AIRH/A. I. T.) Temas: Flood Investigations; Erosion and Sedimentation; River and Estuary/Model Analysis	Bangkok, 9 - 12 Janeiro - 73 P. O. Box 2754, Bangkok, Tailândia

Motores eléctricos

EFACEC



para todos os fins industriais

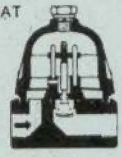
Potências até 3000 CV

EFACEC, a maior organização do país no ramo electrotécnico

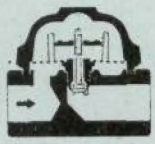
GESTRA e GESTRA-KSB

Purgadores de funcionamento termostático e termodinâmico, tipos BK, HK e UNAMAT PN 6/10/16/25.
Construção normal: corpo de aço forjado C 22, órgãos interiores de aço inoxidável. Trabalham automàticamente até 8/17/22 atmosferas de pressão diferencial. Ligações soldadas, roscadas segundo BSP ou NPT e com flanges segundo DIN ou ASA.

BK 15 UNAMAT

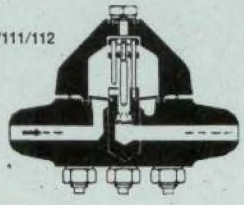


HK



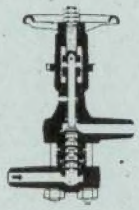
Execuções para altas pressões com o mesmo princípio de funcionamento até PN 500 (existentes em PN 40/100/160/ /320/500).

BK 17/18/110/111/112



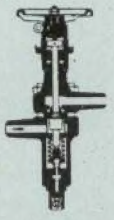
Purgadores termodinâmicos para grandes caudais até 200 m³/h e para pressões máximas, com órgãos de obturação escalonadas GESTRA, até PN 640.

GK/NK



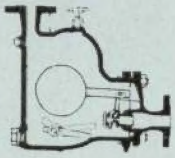
Válvula de descarga GESTRA-KSB tipo AK. A válvula de descarga tipo AK serve para a purga no arranque de grandes instalações e turbinas. Fecha-se ao atingir certa temperatura sem energia auxiliar. Construções até PN 500 (existentes em PN 40/160/500).

AK



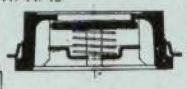
Purgadores de flutuador GESTRA-KSB com dispositivo para purga de ar automático ou manual, para qualquer aplicação até PN 160 (existentes em PN 16/25/40/100/160). Construções especiais para a purga de redes de ar comprimido.

UNA-Spezial

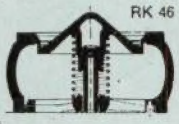


Válvulas de retenção GESTRA, de Disco, tipo RK, nos diâmetros nominais de 15-400 mm até PN 40. Corpos de bronze, aço vazado, aço inoxidável, etc. Órgãos interiores sempre de aço inoxidável. Para fluidos voláteis, com disco revestido a Viton ou Perbunan. As válvulas GESTRA de disco tipo RK impõem-se sobretudo pelas suas reduzidas dimensões, pela sua vedação perfeita, peso mínimo e fácil montagem.

RK 41/44/46



RK 46



Visores VKN e VK 35 para o controle visual da passagem de todos os tipos de fluidos em tubagens para o controle de permutadores de calor e do funcionamento de purgadores (existentes em PN 16/25/40).

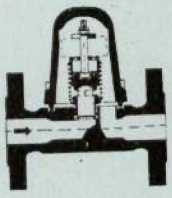
VKN

Válvulas misturadoras GESTRA, Calormix MT 22, para a produção de água quente por mistura de água fria com vapor. Regulação manual sem graduação. Ruídos mínimos. Ausência de resíduos de calcário mesmo a temperaturas críticas, por distribuição adequada da câmara de mistura.

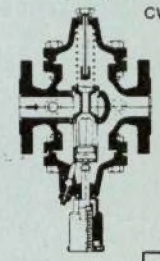
MT

Reguladores automáticos de temperatura de saída, tipo BW, com comando termostático para adaptação a instalações de aquecimento, com água quente e sobreaquecida e com termofluidos.
Válvulas limitadoras de temperatura de saída de água de refrigeração, tipo CW, com comando termostático para a redução do consumo de água de refrigeração.

BW

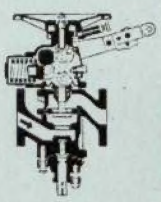


CW

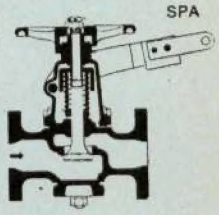


Válvulas de fecho rápido para a purga periódica de caldeiras, tipos ZA, SPA, PA, com accionamento manual ou por pedal. Aptas para todas as condições de serviço e para todos os tipos de caldeiras. Estas válvulas existem também com comando a distância e programação eléctrica (existentes em PN 25/40/64/160/250).

ZA

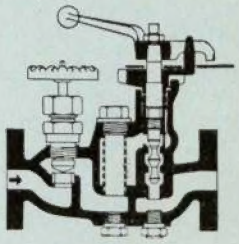


SPA



Válvulas reguladoras GESTRA Reactomat BA, com órgãos de obturação escalonados para a purga contínua de lamas em caldeiras (existentes em PN 40/64/100/ /160/250/320).

BA



Filtros SZ até DN 50 (2") e PN 500 (existentes em PN 40/160/320/500).

Estão à sua disposição informações mais completas dos aparelhos que lhe interessam. Solicite-as, indicando com uma ☒, a:

VALADAS, LDA.
Av. D. Carlos I, 60
LISBOA - 2
Telef. 66 31 13

C. D. U. 624.07 : 518.5

O EFEITO DA DEFORMABILIDADE AXIAL DAS BARRAS NO CÁLCULO DE ESTRUTURAS PORTICADAS DE GRANDE ALTURA

LUIS G. BRAGA DA CRUZ (1)

RESUMO

Os métodos de cálculo automático de estruturas, permitem analisar de uma maneira bastante precisa pórticos de grandes dimensões, considerando parâmetros que antes eram desprezados. O presente trabalho procura salientar a importância do efeito da deformação axial dos pilares em pórticos muito elevados. Comparam-se resultados, relativos a exemplos comuns, considerando ou não aquele efeito e indica-se um processo que atende a condicionamentos construtivos.

SYNOPSIS

The methods of automatic computation of structures give the possibility of a very accurate analysis of large scale frames, if we include parameters which are usually disregarded. This paper points out the importance of th effect of axial deformations of columns in very high frames. Results of ordinary examples are compared in both cases of including or not the above mentioned effect and a method is shown which takes into account the correction due to the building process.

1 — *As estruturas reticuladas perante o cálculo automático*

As estruturas reticuladas, formadas por peças lineares, admitindo ou não continuidade dos esforços nos nós, são as que mais fàcilmente se podem analisar mediante os processos de cálculo postos à disposição do projectista.

Mediante determindas hipóteses simplificativas, a análise estrutural procura estabelecer processos de cálculo que permitem avaliar com certo rigor o comportamento das estrutras.

Na evolução que foram sofrendo a Teoria das Estruturas e os seus métodos, houve sempre uma preocupação dominante: estabelecer um ajustamento entre os hábitos do projectista, meios de cálculo à sua disposição e grau de precisão dos resultados que pretende obter.

Com as facilidades ùltimamente introduzidas pelo cálculo automático, esta perspectiva foi um pouco alterada e convém que nos detenhamos em alguns aspectos que se tornam relevantes.

Realmente, enquanto que nos processos tradicionais de cálculo havia uma justa preocupação em reduzir, sempre que possível,o número de parâmetros que entram em jogo em cada problema, com o uso dos actuais computadores esses problema deixa de se pôr. Por outro lado, acontece que a formulação do problema se pode simplificar considerando a totalidade das variáveis em estudo.

Outra facilidade foi introduzida pela utilização das notações e dos métodos da análise matricial das estruturas [1]. A formulação teórica tomou um aspecto mais homogénio, permitindo discutir os métodos de cálculo de maneira mais compacta e precisa. O aumento do número de operações, que entretanto aparece, não tem grande significado por essas operações, serem efectuadas de maneira sistemática. As próprias rotinas de cálculo podem ser usadas para diferentes tipos de estruturas com pequenas alterações.

Resta apontar como principal incoveniente o facto dos sistemas de equações lineares, a que normalmente se é conduzido, serem de ordem bastante elevada, o que poderá esgotar a capacidade dos computadores que temos à nossa disposição. A título de exemplo citam-se os limites de um programa para o cálculo de pórticos planos no computador ELLIOTT 803-B,de 8192 posições de memória, ao serviço do Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto:

n.º de nó	70
n.º de barras	110
n.º de deslocamentos condicionados . .	35
n.º de posições de memória ocupadas com a semi-banda da matriz principal . .	4500

o que permite analisar estruturas com amplas dimensões, envolvendo a resolução de sistemas de 210 equações, com semi-bandas até 21 elementos.

Um dos parâmetros em geral desprezado no cálculo de estruturas porticadas é o correspondente ao efeito da deformabilidade axial das barras. Os programas correntes incluem-no com a maior facilidade. sendo útil conhecer a sua verdadeira importância no estudo de estruturas elevadas.

No presente trabalho, chama-se a atenção para resultados comparativos das duas situações: cálculo com e sem deformabilidade axial. Apresentam-se exemplos concretos e procura-se fazer uma análise realista do comportamento das estruturas correntes em função da deformabilidade dos pilares, tendo em atenção condicionamentos contrutivos.

Finalmente apresentam-se algumas conclusões.

(1) Técnico Investigador do Gabinete de Estruturas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

2 — *O Método dos Deslocamentos*

Sendo a maioria das estruturas dotadas de ligações em excesso, diz-se que são hiperstáticas ou hipergeométricas consoante se considerem as incógnitas forças ou deslocamentos. Desta escolha resultam os tradicionais métodos das forças e dos deslocamentos [2].

Este último método obteve certa preferência sobre o primeiro, na medida em que torna o cálculo mais automatizado. Mediante o conhecimento das características geométricas e elásticas da estrutura e respectiva solicitação, um programa geral baseado no método dos deslocamentos fornecerá o valor dos deslocamentos em cada nó e os esforços nas extremidades das barras.

Para uma barra de secção constante, definida pelas suas extremidade m e q, conhecido o módulo de elasticidade E do material e as características da secção A e I, respectivamente a área e o momento de inércia, pode estabelecer-se a relação:

$$F = K . \delta$$

em que F representa o vector dos esforços nodais, K a matris de rigidez da barra em questão e δ os deslocamentos dos nós correspondentes aqueles esforços.

A matriz K e os vectores δ e F podem decompor-se em:

$$K = \begin{bmatrix} K_{mm} & K_{mq} \\ K_{qm} & K_{qq} \end{bmatrix} \qquad F = \begin{bmatrix} F_m \\ F_q \end{bmatrix} \qquad \delta = \begin{bmatrix} \delta_m \\ \delta_q \end{bmatrix}$$

onde se distinguem as submatrizes e subvectores referentes a cada nó. F_m, por exemplo, representa os esforços no nó m, na direcção das coordenadas escolhidas, e K_{mq} a submatriz de rigidez cujo primeiro índice refere o nó onde são medidos os esforços, originados por deslocamentos unitários aplicados no nó indicado em segundo índice.

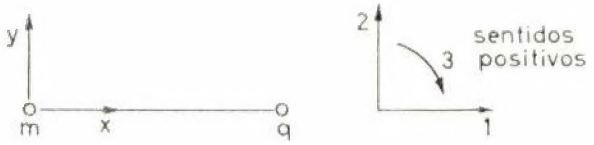


Fig. 1

Admitindo que o eixo da barra coincide com um dos eixos coordenados (fig. 1), temos, para uma barra de estrutura porticada plana, as seguintes expressões:

$$K_{mm} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{12EI}{L^3} \end{bmatrix}$$

$$K_{mq} = K_{qm}^T = \begin{bmatrix} -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix}$$

A submatriz K_{qq} é igual a K_{mm} trocando o sinal dos elementos não diagonais. O termo $\frac{EA}{L}$ exprime precisamente o efeito da deformabilidade axial na barra.

Após ser determinada a matriz de rigidez de cada barra, referida ao sistema de eixos da própria barra, é possível passar para o sistema global da estrutura, utilizando a matriz de transformação T, dos cosenos directores do eixo da barra. A nova matriz K' obtêm-se pela relação:

$$K' = T^T \; K \; T.$$

Referenciando todas as barras pelas extremidades é possível constituir a matriz de rigidez para toda a estrutura. Para cada vector de solicitação haverá uma solução definida pelos deslocamentos. Com os deslocamentos nas extremidades de uma barra avaliam-se os respectivos esforços.

3 — *A deformabilidade axial*

É habitual, na maioria das estruturas, não considerar o efeito da deformabilidade axial nas barras. Acontece, no entanto, que em estruturas de grande altura, cujos montantes estejam sujeitos a tensões axiais de valores bastante diversos, se encontrem anomalias importantes entre os resultados de cálculo efectuados com e sem deformação axial.

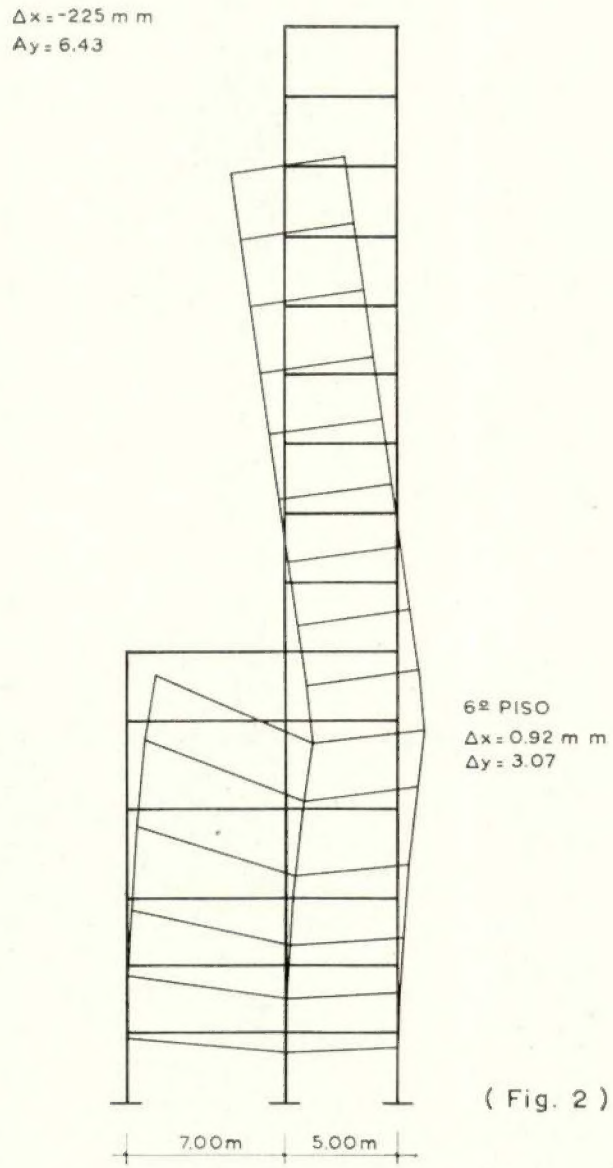
Como os programas habituais de cálculo consideram aquele efeito, a forma mais simples de o despresar será admitir para a área das secções um valor muito elevado.

Considere-se o exemplo apresentado na fig. 2. Trata-se de uma estrutura em torre, de 48,0 metros de altura, com 15 pisos, na qual existe uma alteração no número de tramos por piso, acima do 6.°. Os pilares têm a mesma secção em cada piso.

Desenhando a deformada da estrtutura sob acção de cargas verticais, torna-se evidente a importância que esforços axiais muito diferentes têm no comportamento de uma estrutura deste tipo (fig. 2).

A mesma estrutura foi calculada em seguida multiplicando as áreas das secções das barras por 10^2. Os deslocamentos verticais obtidos são da mesma natureza, tendo sofrido uma redução da mesma ordem de grandeza. Por outro lado, tornou-se menos acentuada a rotação global da parte superior da estrutura.

PORTICO NÃO REGULAR – DEFORMADA PARA CARGAS VERTICAIS



(Fig. 2)

Os valores dos esforços obtidos nas duas situações apresentam diferenças significativas (fig. 3) em especial no local em que se verifica uma mudança na modulação da estrutura.

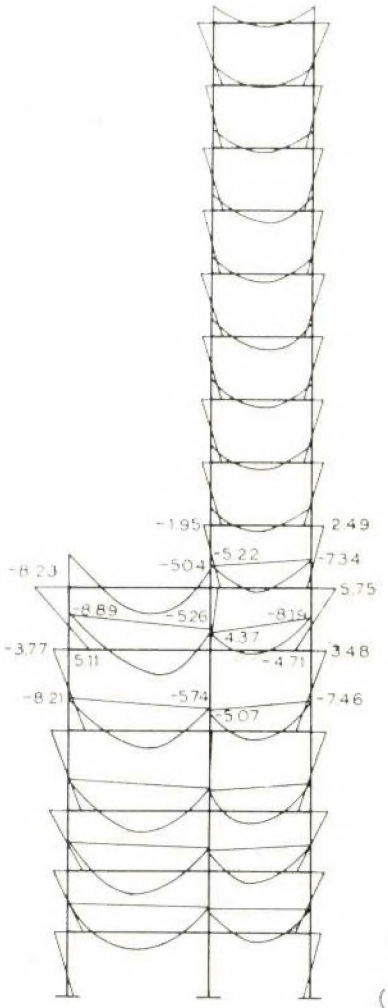
Para uma solicitação de forças horizontais, acções sísmicas, verificou-se que a deformabilidade axial torna a estrutura sensìvelmente menos rígida. Os deslocamentos horizontais são francamente maiores que os obtidos não considerando aquele efeito (fig. 4).

Relativamente aos esforços, (fig. 5) apenas se localizam pequenas diferenças, com valores máximos de 20%, na referida zona de transição. Na base os valores dos momentos apresentam distribuições idênticas nos dois casos. Apesar das pequenas diferenças verificadas para os esforços, os valores dos deslocamentos devem ser motivo de atenção, na medida em que o valor absoluto dos deslocamentos horizontais condiciona o comportamento da estrutura e o seu tipo de ruína para as acções sísmicas [3].

Para estruturas regulares, não se encontram perturbações tão acentuadas nos valores dos esforços e em especial em zonas bem definidas como no exemplo antes apresentado.

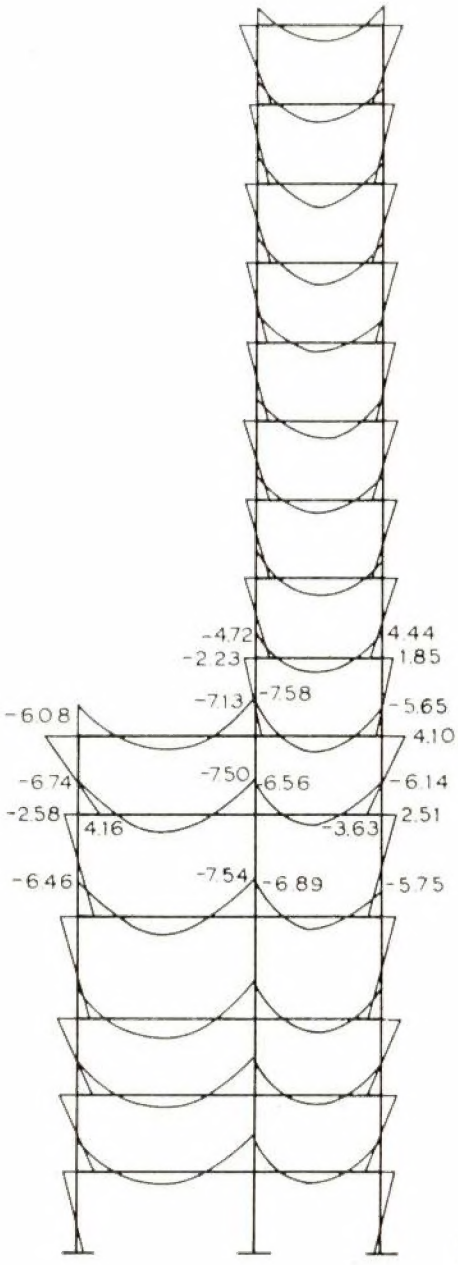
Chama-se a atenção, no entanto, para uma situação muito comum.

MOMENTOS FLECTORES — CARGAS VERTICAIS
(COM DEFORMAÇÃO AXIAL)



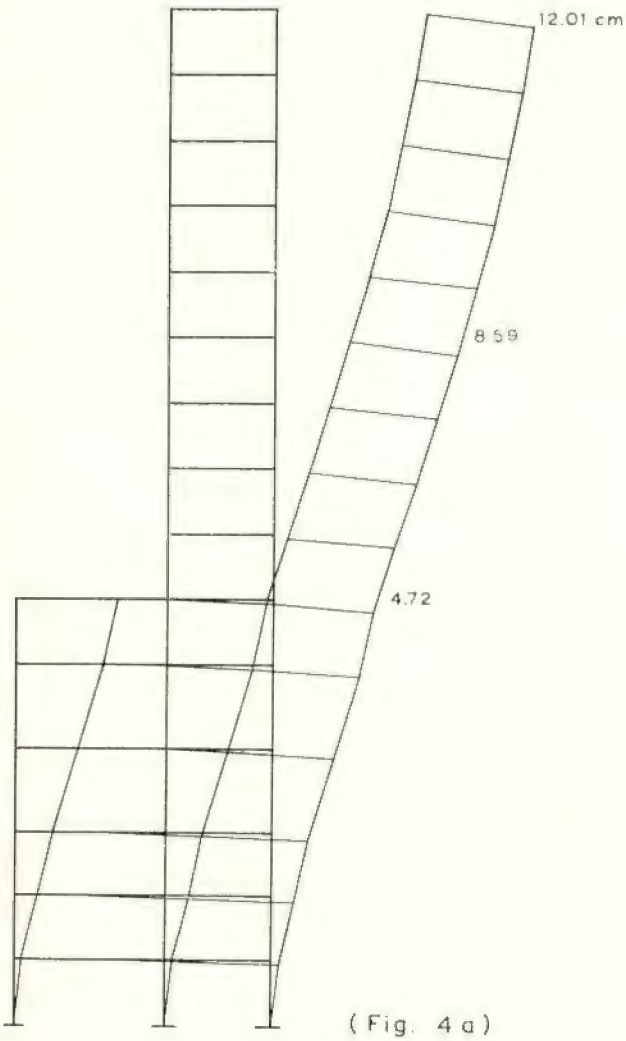
(Fig. 3a)

(SEM DEFORMAÇAO AXIAL)



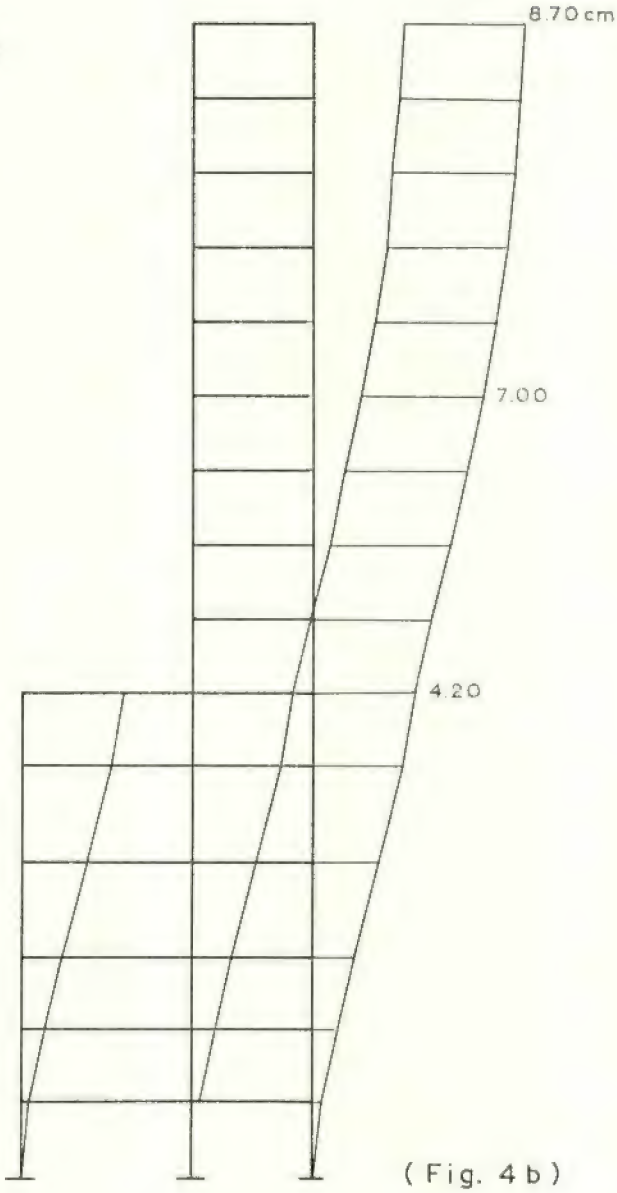
(Fig. 3b)

DEFORMADA PARA CARGAS HORIZONTAIS
(COM DEFORMAÇÃO AXIAL)



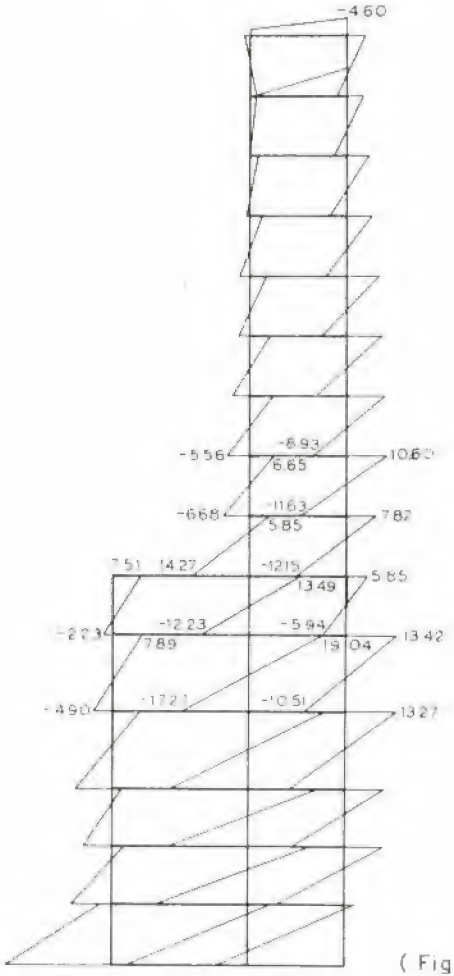
(Fig. 4 a)

(SEM DEFORMAÇÃO AXIAL)



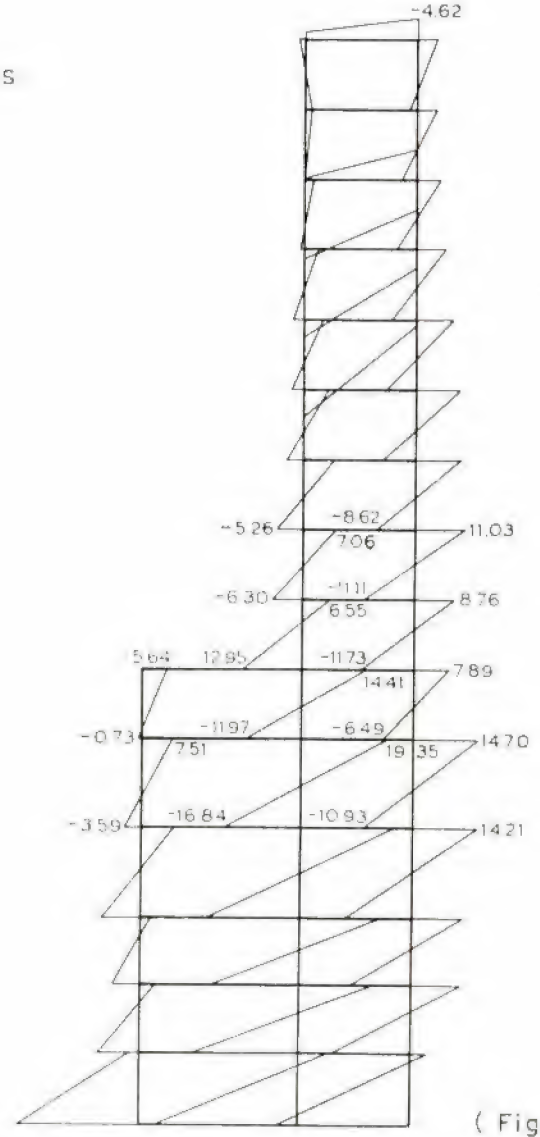
(Fig. 4 b)

MOMENTOS FLECTORES – CARGAS HORIZONTAIS
(COM DEFORMAÇÃO AXIAL)



(Fig. 5a)

(SEM DEFORMAÇÃO AXIAL)



(Fig. 5b)

Trata-se do caso em que, a uma regularidade do número e comprimento dos tramos de cada piso, está ligada uma diferença grande dos valores das tensões axiais dos pilares. Seria o caso de um pórtico, com secções iguais em cada nível de pilares, estando mais solicitadas as interiores do que as exteriores (fig. 6).

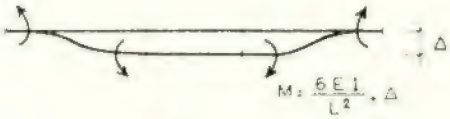


Fig. 6

Aos esforços resutantes dum cálculo sem o efeito da deformabilidade axial dos pilares, haveria que sobrepor os que resultassem de um estado de tensão correspondente aos deslocamentos Δ , causados pelos assentamentos diferenciais, abaixo do nível de cada piso.

4 — *Comportamento de estruturas perante condicionamentos construtivos*

Pelo que ficou exposto, poder-se-iam tirar algumas conclusões favoráveis à utilização sistemática dos programas de cálculo que consideram a deformabilidade axial das barras.

Antes, porém, convém analisar em que medida o esquema geométrico utilizado para definir teòricamente a estrutura, coincide com a realidade.

Em qualquer tipo de estrutura, o processo de construção parcelar implica um constante reajustamento de cotas, nos diversos estados de construção, algumas das quais marcadas sobre a estrutura inferior, já deformada pelo seu peso próprio ou outras cargas actuantes.

Se a estrutura for de betão armado a situação complica-se. O betão só adquire as suas propriedades elásticas definitivas tempos depois da sua colocação em obra. Ao retirar a cofragem de cada piso, a parte da estrutura desmoldada encontra-se deformada não só por efeito do peso próprio mas também pela carga de novos pisos que entretanto foram moldados superiormente, transmitida aquele piso pelo escoramento, também deformável. A estrtutura já não corresponde à geometria inicialmente admitida.

Então, em vez de se aplicar simultâneamente, à geometria idealizada, uma distribuição de cargas correspondente ao peso de todos os elementos estruturais, teria de se proceder a um estudo da estrutura por fases.

Seria sucessivamente analizada uma nova estrutura para cada novo piso, ou para cada conjunto de um determinado número de pisos, sendo em cada cálculo corrigida a geometria da fase anterior, de acordo com os deslocamentos obtidos (fig. 7) .

Esta forma de conduzir o estudo implica correcção de coordenadas dos nós da estrutura no final de cada fase de cálculo, tornando a preparação dos dados muito trabalhosa.

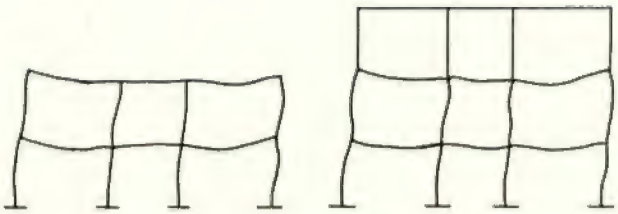


Fig. 7

Uma outra forma de traduzir a correcção anterior, seria considerar tantas estruturas quantas as fases construtivas escolhida, definidas pelo esquema geométrico teórico, sendo calculadas apenas para as solicitações dos pisos acrescentados em cada fase (fig. 8).

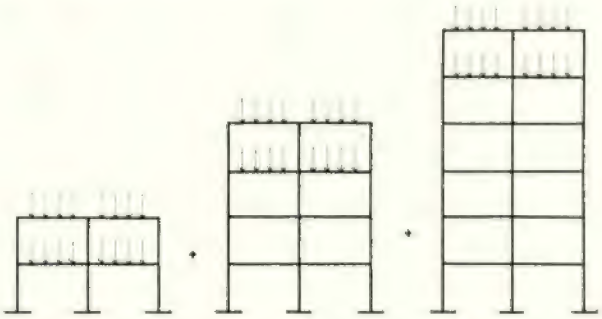


Fig. 8

Os deslocamentos e esforços finais na estrutura completa podem considerar-se como os resultantes da sobreposição dos estados parcelares, por se considerarem pequenos deslocamentos para a estrutura e um comportamento perfeitamente elástico do material. Desprezam-se também as alterações da rigidez das barras em cada nova fase de cálculo.

5 — *Exemplo*

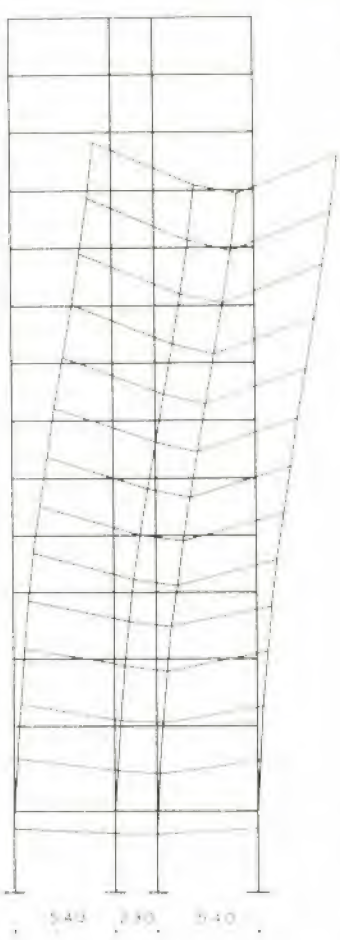
Vão apresentar-se, a título de exemplo, os resultados conseguidos para uma estrutura de 14 pisos, três tramos por piso, geomètricamente simétrica mas solicitada assimètricamente e analisada tendo em conta as correcções construtivas antes apontadas. Seguiu-se o método da sobreposição das estruturas parcelares, solicitadas nos últimos dois pisos acrescentados em cada fase.

Os resultados assim obtidos são comparados com os valores dos cálculos habituais com e sem o efeito da deformabilidade axial.

Na fig. 9 apresentam-se as deformadas das três situações estudadas, a uma escala muito ampliada, respectivamente:

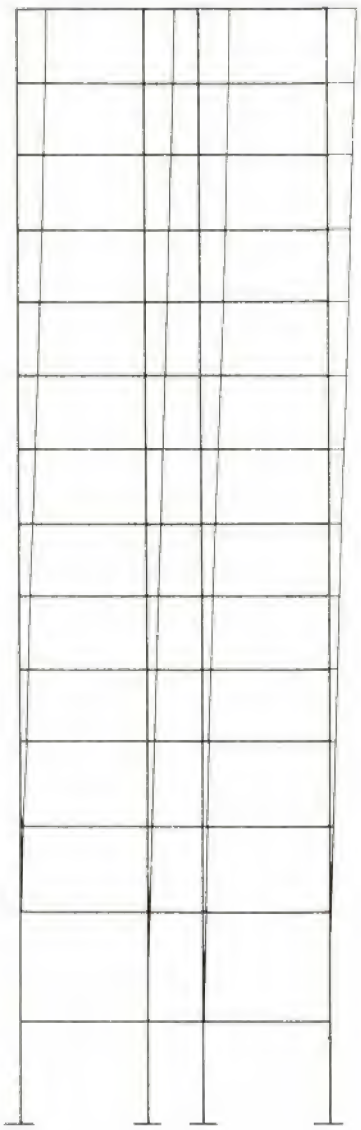
a) sem deformação axial
b) com deformação axial
c) considerando correcções construtivas.

PORTICO REGULAR – CARGAS VERTICAIS ASSIMETRICAS
(COM DEFORMAÇÃO AXIAL)



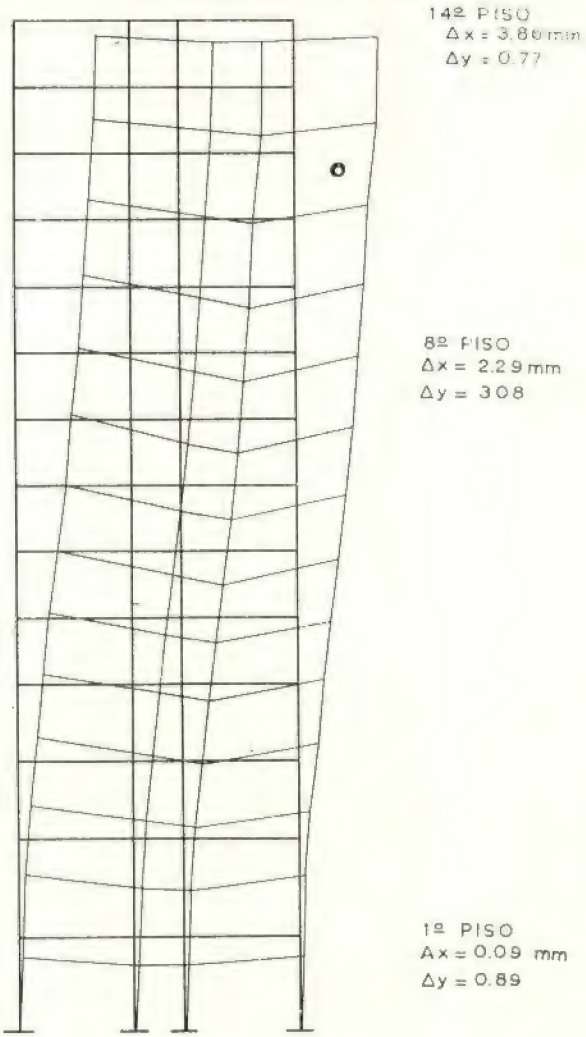
(Fig. 9 – a)

(SEM DEFORMAÇÃO AXIAL)



(Fig. 9 – b)

(COM CORRECÇÃO CONSTRUTIVA)



(Fig. 9 – c)

Na fig. 10 indicam-se os diagramas de momentos flectores para os três casos, em três níveis significativos; no 1.°, no 8.° e no 14.° piso.

Nos pisos inferiores, como se pode verificar, os esforços são pràticamente independentes das considerações feitas, aparecendo diferenças máximas nos momentos das vigas exteriores de 7% entre a situação a) e c).

No topo da estrutura, 14.° piso, verifica-se que as correcções construtivas atenuam quase completamente o efeito da deformação axial. As situações a) e c) apresentam diferenças de 8%, enquanto a situação b) mostra desvios de 30% relativamente às outras duas.

É a meio da estrutura, piso 8.°, que se encontra uma maior dispersão relativa de resultados. As situações b) e c) aproximam-se e os valores resultantes de uma análise em que não se considere o efeito da deformação axial afastam-se dos reais em 20 - 30%.

6 — *Conclusões*

Pelo que se disse, parece ser realmente importante considerar o efeito da deformação axial dos pilares, na análise de pórticos de grande altura.

Este efeito é tanto mais importante quanto menos regular for o pórtico e quanto maiores forem as diferenças entre tensões axiais dos pilares, em cada nível.

Convém, por outro lado, distinguir nas solicitações, aquelas que são responsáveis pelo peso próprio inicial, das que, apesar de permanentes, funcionam como sobrecargas da estrutura inicialmente construida.

As segundas devem solicitar a estrutura globalmente e na análise deve considerar-se o efeito da deformação axial. Trata-se da utilização habitual dos programas de cálculos automático citados.

Nas primeiras solicitações os resultados exactos seriam os obtido pelas considerações construtivas indi-

cadas que conduzem a resultados particularmente importantes no terço central da estrutura, onde a diferença entre deslocamentos verticais é máxima.

Na parte superior os resultados aproximam-se dos resultados obtidos sem deformação axial.

BIBLIOGRAFIA

[1] — LIVESLEY, R. K. — Matrix Methods of Structural Analysis — Pergamon Press, 1964.

[2] — CORREIA DE ARAÚJO, F. — Cálculo Matricial das Estruturas Contínuas pelo Método dos Deslocamentos — Revista ENGENHARIA, n.º 43, 1965.

[3] — Curso de Engenharia Sísmica — LNEC, Março 1967.

Fig. 10 – a

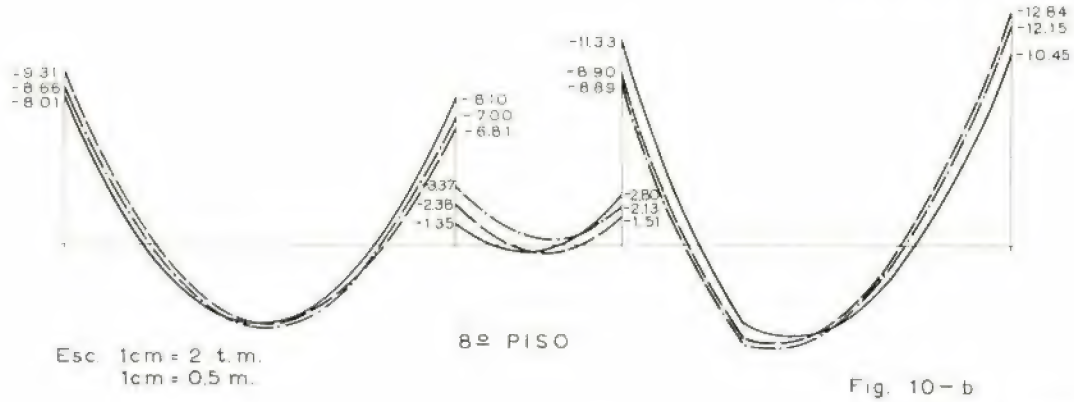


Fig. 10 – b

Fig. 10 – c

robustez começa com TOYOTA

A linha industrial TOYOTA
(empilhadores, tractores de reboque
e pás carregadoras)
beneficia de **garantia total TOYOTA**
pois é integralmente fabricada pela
TOYOTA

Empilhadores com poder de elevação
desde 700 kg a 10 toneladas
Assistência técnica, serviço e peças
em todo o País.

CONSULTAS — **SALVADOR CAETANO, SARL**
VILA N. GAIA — Quilómetro 1, E. N. 222 — Tels.: 98 27 53 e 98 29 92
LISBOA — Av. da República, 45, 7.º-Esq. — Tels.: 76 21 33 e 77 32 88

TOYOTA — uma força nova para a indústria

NOS
LABORATÓRIOS
SUBTERRÂNEOS DA
SKF UM CIENTISTA OCU-
POU-SE DURANTE ANOS A APER-
FEIÇOAR A MÁQUINA DESTINADA A RE-
VOLUCIONAR OS FUNDAMENTOS DA TECNOLOGIA
DOS ROLAMENTOS.

Se não parecemos preocupados, devíamos parecer. Este aparelho vai causar grande agitação entre aqueles que lidam com rolamentos e são muitas mais pessoas do que as que podemos imaginar. Este é o primeiro sistema que permite o controle do estado dum rolamento e que pode prever com certa antecedência uma futura avaria. Em primeiro lugar, vai ajudar o utilizador dos rolamentos, pois irá indicar quando e porque se devem substituir. Vai ajudar, também, os nossos concorrentes, pois os seus clientes podem avisá-los com uma certa antecedência de que vão ter que substituir um rolamento. Enfim, a manutenção preventiva atingiu uma nova era.

Se quer saber mais pormenores, informe-se na

SKF

LISBOA
PRAÇA DA ALEGRIA, 66-A TELEF.: 362301 TELEGR.: ESKAEF

PORTO
RUA DELFIM FERREIRA, 604 TELEF.: 092054 TELEGR.: ESKAEF

C. D. U. 621.52 : 007

ANÁLISE DA ESTRUTURA DOS SISTEMAS DE CONTROLE

HERMÍNIO DUARTE - RAMOS
Eng. Elect. (IST)
Assistente da U. L. (Angola)

RESUMO

Descreve-se o controle da velocidade de um motor eléctrico para interpretar o significado das diferentes grandezas e partes do sistema e classificar os tipos de controle automático.

SYNOPSIS

We describe the electrical motor control to show the nature of the variables and components of the system and to classify the types of automatic control.

1 — INTRODUÇÃO

A noção de controle é aplicada desde os primeiros instantes da vida animal e vegetal, pois se encontra em qualquer sujeito subordinado a um efeito de retroacção. A conservação da temperatura do corpo humano e o movimento das pálpebras dos olhos quando se altera a intensidade luminosa do meio ambiente são exemplos de adaptação análogos ao mecanismo do controle utilizado pela Técnica: detecção de um desvio em relação a um dado estado estacionário seguida de tendência de correcção.

No domínio particular da Electrónica e da Mecânica existem inúmeros casos de controle, pelo que hoje em dia se torna indispensável dominar os conhecimentos de base que constituem esta Ciência.

Neste sentido geral convém acentuar a existência de três aspectos em que se pode encarar o estudo dos sistemas de controle: o matemático, que representa abstractamente a teoria analítica dos fenómenos, o físico que interpreta as condições de análise, e o técnico, onde se enquadram a instrumentação necessária à resolução de questões práticas e instalações respectivas.

Procura-se neste artigo destacar os conceitos físicos ligados à estrutura dos sistemas de controle automático e interpretar as grandezas que nele intervêm através dos conceitos de grandezas globais e grandezas desvios.

2 — COMANDO E CONTROLE

Tanto o comando como o controle (a regulação e o servomecanismo são casos particulares de controle) têm por objectivo influenciar uma dada grandeza física num determinado modo, por exemplo o número de rotações por unidade de tempo de um motor eléctrico, ou a tensão de um gerador, ou ainda a temperatura de um certo espaço. Mas existe uma diferença conceptual na maneira de actuação: um sistema de comando é estruturalmente um circuito aberto e um sistema de controle é um circuito fechado.

No *comando* (fig. 1a) não se verifica nenhum efeito de retroacção, quer dizer, uma vez colocado o orgão de comando (por exemplo, o reóstato de excitação de um motor eléctrico) numa dada posição o orgão comandado (motor) trabalha estacionàriamente se não houver qualquer perturbação do sistema, mas se esta existir (seja uma alteração da carga do motor) o orgão comandado tende para outro estado de funcianomento estacionário (outro valor da velocidade). A estrutura de um sistema de comando é portanto em circuito aberto.

No *controle* (fig. 1b) existe porém uma derivação que fecha em anel o circuito de tal modo que uma vez detectada a alteração do regime de funcionamento por efeito da perturbação se modificam as condições de entrada do orgão controlado, por meio da retroacção do desvio detectado e do orgão controlador, de maneira a anular o desvio produzido.

Esta situação, em que se admitiu como única causa do desvio uma perturbação (variação da carga do motor), constitui um caso particular de controle designado *regulação*, pelo que ao orgão controlador juntamente com o retroactor se dá normalmente a designação de regulador.

Note-se que a regulação poderá imperfeitamente efectuar-se pelo sistema de comando (circuito aberto) se se considerar um operador humano que detecte o desvio (em geral, visualmente através da leitura de um instrumento indicador) e vá actuar manualmente no orgão de comando (reóstato) até corrigir o desvio, obtendo-se a chamada *regulação manual*. Nestas circunstâncias o homem exerce as funções de detector e de retroactor.

Outro caso de controle consiste em variar as condições de funcionamento do sistema controlado para condições desejadas, através da manipulação do cursor no reóstato de comando, que constitui o princípio do *servomecanismo*.

O caso geral da existência simultânea dos dois processos anteriores: alteração do regime estacionário de funcionamento por efeito da manipulação do reóstato de comando e de uma perturbação.

3 — EXEMPLO DO CONTROLE DA VELOCIDADE DE UM MOTOR ELÉCTRICO

Com vista ao estabelecimento da natureza das grandezas e da estrutura de um sistema de controle analisa-se o exemplo elucidativo do controle da velocidade de um motor eléctrico.

A velocidade de um motor pode ser comandada por intermédio da variação da tensão aplicada aos terminais dos seus enrolamentos através de um potenciómetro (genèricamente, um transdutor). A cada posição do cursor do potenciómetro corresponde uma certa velocidade de acordo com a carga do motor.

Se se quizer manter automàticamente o número de rotações por segundo do motor para diferentes valores da carga é necessário introduzir no sistema novos elementos em circuito fechado: um detector do desvio da velocidade e um conversor dessa informação num sinal homogéneo com a tensão do potenciómetro, sendo ambas as tensões aplicadas à entrada do controlador, elemento que adiciona algèbricamente esas duas grandezas resultando uma tensão de alimentação do motor no sentido de conservação da velocidade (se esta aumentar a tensão de alimentação deve ser reduzida e vice-versa) o que é característico de uma retroacção negativa.

3.1 — *Esquema Funcional*

O potenciómetro fornece a tensão W(t), chamada grandeza referenciadora, que é amplificada (no controlador) para formar a grandeza afinadora Y(t) que excita o motor donde, juntamente com a corrente elétrica Z(t) corresponde à carga mecânica do motor (cuja variação provoca uma perturbação no funcionamento do motor e por isso se designa grandeza perturbadora), resulta a grandeza manipuladora M(t), intensidade de corrente global que percorre os enrolamentos do motor.

No caso de controle o circuito é fechado por meio de um taquímetro (retroactor), gerador que a partir da velocidade X(t) do motor (grandeza controlada) fornece a tensão R(t) (grandeza retroactiva) que se adiciona convenientemente com W(t) à entrada do amplificador (dando a grandeza actuante E(t) a fim de realizar a desejada grandeza afinadora Y(t), que é a corrente de excitação do motor. Esta junta-se com a grandeza perturbadora Z(t), corrente de reacção do motor, originando a grandeza manipuladora M(t), corrente eléctrica que realmente percorre os enrolamento do motor.

Pode-se desde já distinguir três partes essenciais no sistema de controle (fig. 1c): o retroactor (taquímetro), o controlador (amplificador) e a instalação controlada (motor).

3.2 — *Regime estacionário do motor*

No funcionamento do motor eléctirco em regime estacionário um dado ponto de trabalho é caracterizado por uma certa velocidade X_o (valor-que-deve-ser da grandeza a controlar), que é imposta por uma dada tensão W_o (valor da grandeza referenciadora) do potenciómetro de excitação do motor (orgão dador do valor-que-deve-ser) quando o motor possui uma determinada carga Z_o sendo portanto o valor Y_o da corrente de excitação um certo valor fixo.

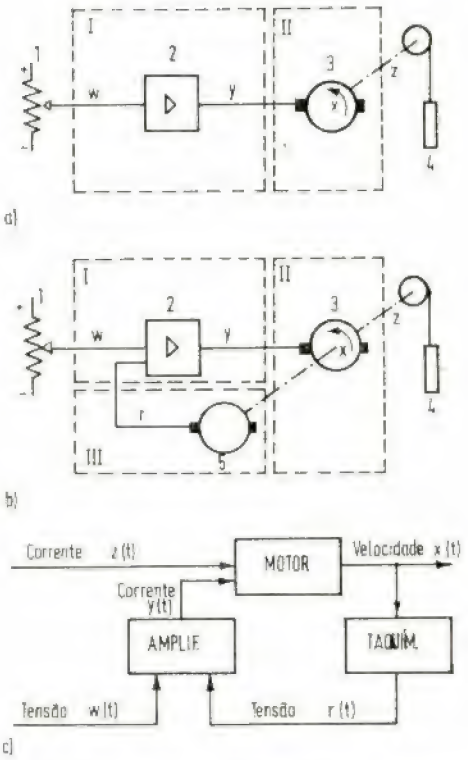


Fig. 1 — Comando de um motor eléctrico e controle da sua velocidade.

1 — Potenciómetro; 2 — Amplificador; 3 — Motor; 4 — Carga; 5 — Taquímetro.

a) Comando: I — Sistema comandador; II — Sistema comandado.

b) Controle: I — Sistema controlador; II — Sistema controlado; III — Sistema retroactor.

c) Esquema funcional do controle da velocidade de motor.

O valor W_o determina juntamente com X_o e Z_o o ponto de trabalho do motor (sistema controlado) na sua curva característica de funcionamento em regime estacionário X(t), W(t) (velocidade em função da tensão aplicada) caracterizada pelo parâmetro Z_o (fig. 2a).

A descrição estrutural do funcionamento estacionário do sistema de controle é a base do processamento do anel de controle (fig. 2b): quando a velocidade do motor for X_o a grandeza retroactiva é R_o, a qual se subtrai a W_o para constituir a entrada do amplificador (valor actuante $E_o = W_o - R_o$) cuja saída Y_o somada a Z_o dá $M_o = Z_o + Y_o$ com a função de alimentar o motor de modo a que a velocidade seja X_o.

Uma alteração transitória do equilíbrio do sistema pode ser devida a uma modificação repentina da carga (perturbação), a uma variação da tensão introduzida pelo potenciómetro (programa) ou à existência simultânea destas duas causas.

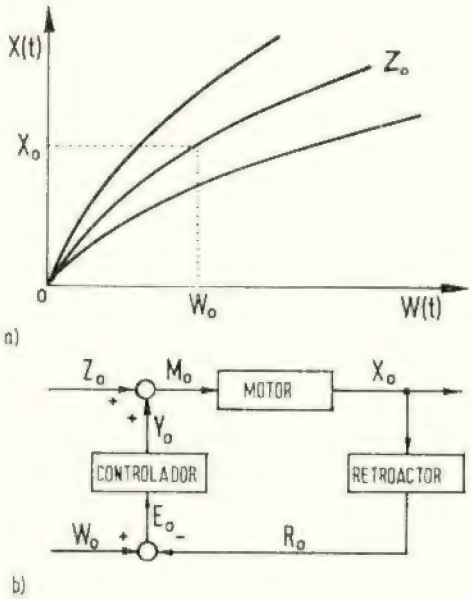


Fig. 2 — Regime estacionário de um motor.
a) Família de características e ponto de trabalho.
b) Diagrama de blocos em regime estacionário.

3.3 — *Caso da variação da carga do motor*

Se a tensão W(t) do potenciómetro de alimentação do motor (grandeza referenciadora) se mantém constante e igual a W_o a variação do ponto de trabalho do motor (sistema controlado) é apenas devida a uma perturbação. Seja Z_o o valor relativo à carga do motor (valor de grandeza perturbadora Z(t)) no equilíbrio, e provoque-se repentinamente, num dado instante t_o, uma variação de carga $\Delta Z(t) = Z(t) - Z_o$. Esta origina uma alteração da velocidade X(t) do motor (grandeza controlada), grandeza que se pretende conservar constante e igual ao valor-que-deve-ser X_o definido pelo valor W_o correspondente à posição do cursor no potenciómetro, sendo a diferença para o valor-que-é (velocidade actual do motor), $\Delta X(t) = X(t) - X_o$, o chamado desvio da grandeza controlada ou grandeza de controle (variação da velocidade).

O desvio da grandeza controlada é entretanto percebido pelo detector (taquímetro), orgão que mede o valor-que-é da grandeza de controle e o converte numa grandeza homogénea com a grandeza referenciadora (esta é uma tensão e aquela uma velocidade) donde resulta a grandeza retroactiva R(t). Para que o efeito de compensação do desvio se manifeste deverá esta retroacção ser negativa, isto é tensão realimentada deve produzir um efeito de redução da tensão referenciadora quando a velocidade aumenta e vice-versa.

Como W_o por hipótese não se altera a adição algébrica $E(t) = W_o - R(t) = W_o - R_o - \Delta R(t)$, que determina a grandeza actuante aplicada à entrada do orgão controlador (amplificador), sòmente se modifica de $\Delta R(t)$, pois $E_o = W_o - R_o$, quer dizer, a grandeza referenciadora não participa na variação da velocidade (de facto, por hipótese, W(t) não variou do seu valor Wo). Deste modo a saída do amplificador, denominada grandeza afinadora Y(t), sofre um desvio $\Delta Y(t) = Y(t) - Y_o$.

Anàlogamente, a corrente que realmente percorre os enrolamentos do motor é $M(t) = M_o + \Delta M(t) = Z_o + \Delta Z(t) + Y_o + \Delta Y(t)$, ou seja $\Delta M(t) = \Delta Z(t) + \Delta Y(t)$ pois $M_o = Z_o + Y_o$.

Observa-se que os desvios $\Delta X(t)$ e $\Delta Z(t)$ em relação ao pono de trabalho em regime estacionário são efectivamente as variáveis fundamentais do sistema de controle pois se não existirem esses desvios não é preciso o controle. Realmente o que interessa corrigir em última análise são os desvios da velocidade do motor $\Delta X(t)$ e não a sua velocidade $\dot{X}(t)$.

Nesta concepção é esesncial considerar a grandeza de controle $x(t) = \Delta X(t)$ e a grandeza de perturbação $z(t) = \Delta Z(t)$. Isto equivale matemàticamente a efectuar uma mudança de coordenadas para o ponto de trabalho (isto é, a fazer $X_o = Z_o = 0$ no novo sistema de coordenadas) sobre uma curva da família de características do motor tendo Z_o como parâmetro (fig. 2a).

No caso em estudo, em que a grandeza referenciadora se conserva constante, diz-se que se tem controle de valor-fixo ou, simplesmente, que se efectua a regulação do motor.

O esquema de blocos respectivo não contém nenhum somador à entrada do controlador pois W_o não sofre desvios (fig. 3a). As grandezas X(t) e $x(t) = \Delta X(t)$ têm os andamentos originados por $\Delta Z(t)$ em torno do ponto de trabalho (fig. 3b, c, d).

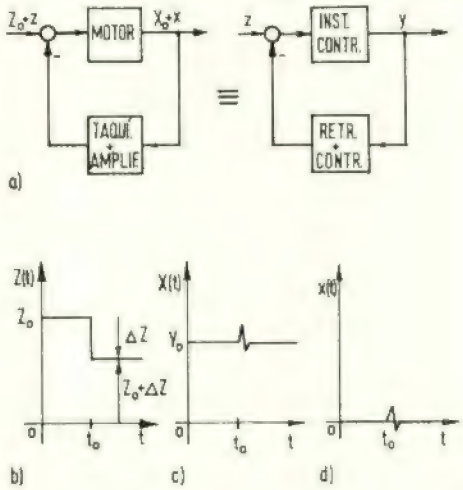


Fig. 3 — Controle de valor-fixo ou regulação da velocidade de motor.
a) Esquema de blocos do sistema de controle
b) Grandeza perturbadora (carga)
c) Grandeza controlada (velocidade)
d) Grandeza de controle (variação da velocidade).

3.4 — *Caso da variação da posição do cursor no potenciómetro*

Considere-se que o motor se encontra num dado ponto de trabalho P_{o1} e que se provoca num dado instante t_1 uma certa variação na grandeza referenciadora

(tensão dada pelo potenciómetro), inicialmente com o valor W_{o1}. O novo valor $W_{o2} = W_{o1} + \Delta W(t)$ define um novo ponto de trabalho P_{o2} em regime estacionário sobre a característica de parâmetro Z_o (fig. 4a), porquanto se admitiu a constância da grandeza perturbadora (carga do motor). Assim o motor, uma vez atingido o novo regime estacionário, terá uma velocidade X_{o2} diferente de X_{o1} pois W_{o2} é distinto de W_{o1} dado que o valor de W_o determina o valor-que-deve-ser X_o.

Se a grandeza referenciadora satisfaz a um dado plano no tempo realiza-se um processo de automação designado controle de programa e que constitui o princípio chamado servomecanismo (fig. 4d).

Nesta hipótese a grandeza referenciadora é uma função do tempo (fig. 4c), e o esquema de blocos apenas terá um somador à entrada do controlador (fig. 4b).

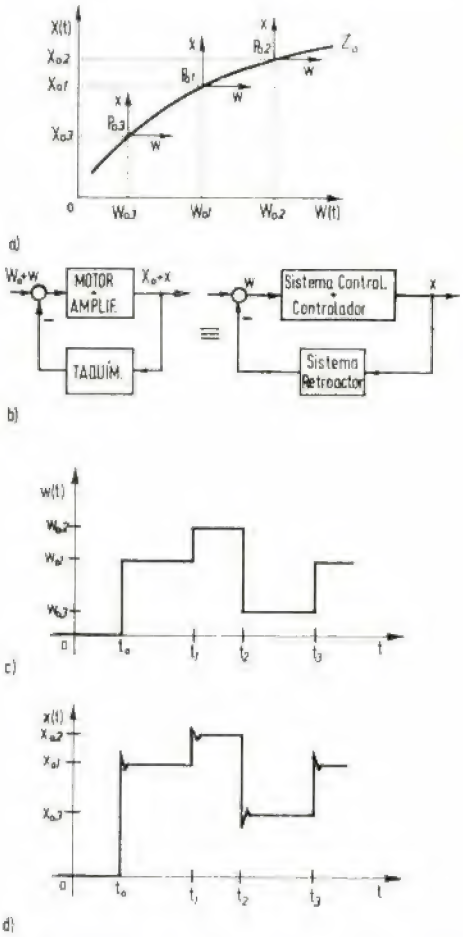


Fig. 4 — Controle de programa de um motor ou servomecanismo.
a) Características do motor (sistema controlado).
b) Esquema de blocos do sistema de controle.
c) Grandeza referenciadora: programa de alimentação do motor.
d) Grandeza controlada: velocidade do motor.

3.5 — *Caso da variação das grandezas referenciadora e perturbadora*

No caso geral supõe-se que ocorrem simultâne - mente no instante inicial t_o uma variação da grandeza referenciadora W(t) de valor $\Delta W(t) = W_{of} - W_{oi}$, designada grandeza de referência, e uma variação da grandeza perturbadora Z(t) de valor $\Delta Z(t) = Z_{of} - Z_{oi}$.

O facto de W_o variar de $\Delta W(t)$ corresponde a admitir que o valor-que-deve-ser X_o inicial e final não são iguais ($X_{oi} \neq X_{of}$). Nestas condições o desvio a controlar $\Delta X(t)$, ou grandeza de controle, que interessa considerar é em relação ao valor-que-deve-ser final ($X_o = X_{of}$) determinado por $W_o = W_{of}$.

A grandeza de perturbação $\Delta Z(t)$ provoca juntamente com a grandeza de referência $\Delta W(t)$, uma alteração da grandeza controlada X(t) velocidade do motor, sendo o desvio em relação a $X_o = X_{of}$ de amplitude $\Delta X(t) = X(t) - X_{of}$.

A grandeza controlada X(t), uma vez convertida pelo retroactor em R (t), soma-se negativamente com a grandeza referenciadora à entrada do controlador, $E(t) = W(t) - R(t) = Wo + \Delta W(t) - Ro - \Delta R(t)$.

A variação $\Delta W(t) - \Delta R(t)$ provoca na saída do controlador uma alteração de valor $\Delta Y(t)$ na grandeza afinadora, $Y(t) = Y_o + \Delta Y(t)$.

A grandeza afinadora Y(t) é então adicionada algèbricamente à grandeza perturbadora Z(t) de modo a que $\Delta Y(t)$ tende a compensar $\Delta Z(t)$ (com efeitos opostos devido à retroacção negativa): $M(t) = Z(t) + Y(t) = Z_o + Y_o + \Delta Z(t) + \Delta Y(t)$.

O esquema de blocos (fig. 5a) simplifica-se considerando apenas os desvios $\Delta X(t)$, $\Delta Z(t)$ e $\Delta W(t)$, assinalando-se com o sinal — quando o desvio é negativado (fig. 5b). Na realidade o controlador sendo um amplificador diferencial tem como saída sempre a grandeza de afinação $y(t) = \Delta Y(t)$.

Uma vez mais se ressalta que a consideração dos desvios como variáveis principais equivale fisicamente à passagem da origem de referência para o ponto de trabalho (fig. 6).

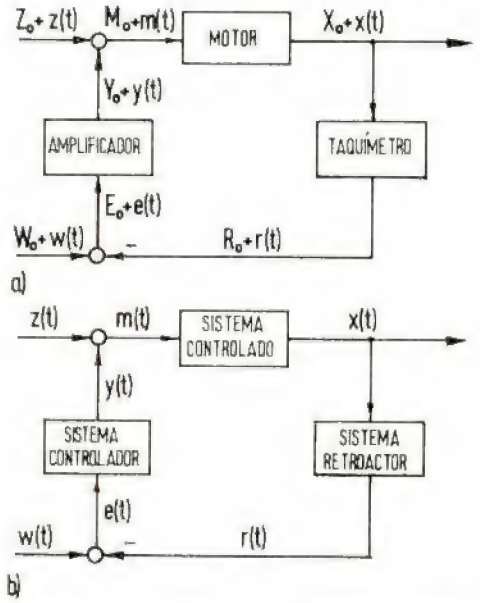


Fig. 5 — Esquema de blocos do controle de um motor no caso geral.
a) Esquema com grandezas globais
b) Esquema com grandezas desvios.

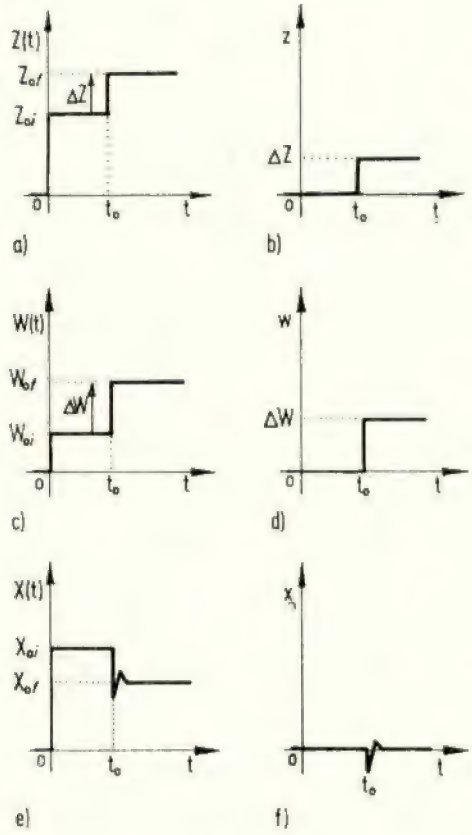


Fig. 6 — Grandezas terminais no controle de um motor.
a) Grandeza perturbadora
b) Grandeza de perturbação
c) Grandeza referenciadora
d) Grandeza de referência
e) Grandeza controlada
f) Grandeza de controle.

4 — INTRODUÇÃO À TEORIA DOS SISTEMAS DE CONTROLE

O exemplo do controle da velocidade de um motor eléctrico permite conceber abstractamente um modelo de estudo dos sistemas de controle.

Define-se *sistema de controle* como todo o sistema físico, constituído por elementos armazenadores de energia, o qual transfere os sinais de entrada para a saída de modo a que o correspondente sinal de saída seja função não só dos sinais de entrada mas também da própria saída, o que caracteriza a natureza retroactiva da estrutura do sistema (fig. 7a).

4.1 — *Grandezas terminais globais*

Num sitema de controle existe uma *grandeza de saída*, que se pode considerar a grandeza actual aos terminais de saída do sistema controlado, chamada *grandeza controlada* X(t), cujo valor-que-deve-ser se pretende controlar (manter constante no caso da regulação ou variar para outro valor no caso de controle de programa ou num servomecanismo).

De um modo geral existem dois tipos de *grandezas de entrada* num sistema de controle: a grandeza referenciadora e a grandeza perturbadora, podendo evidentemente cada uma delas ser múltipla.

A *grandeza referenciadora* W(t) determina o desejado valor-que-deve-ser da grandeza controlada, quer dizer, se W(t) se conserva contante também se mantém constante o valor de X(t), e no caso de se modificar então o sistema actua de maneira a que X(t) adquire outro valor correspondente ao novo valor assumido por W(t).

A grandeza perturbadora Z(t) por variação modifica, sem se desejar, o valor-que-deve-ser da grandeza controlada determinado pela grandeza referenciadora, pelo que o sistema actua a fim de se obter na saída o correspondente valor-que-deve-ser.

4.2 — *Regime estacionário*

Quando o sistema controlado se encontra num dado estado de funcionamento estacionário, se não se modificar a grandeza referenciadora nem a grandeza perturbadora e grandeza controlada não sofre qualquer alteração. Nestas condições não é necessário o efeito de controle do sistema.

Esse estado do sistema designa-se *regime estacionário* de funcionamento e caracteriza-se pelos respectivos valores das grandezas actuais de entrada e de saída do sistema de controle, X_o, W_o e Z_o, os quais definem um ponto de funcionamento estacionário, designado *ponto de trabalho* do sistema, na sua superfície característica.

A superfície característica de um sistema (fig. 7b) é o lugar geométrico dos pontos de funcionamento do sistema em regime estacionário num sistema rectangular de eixos coordenados X(t), W(t) e Z(t).

Esta figura espacial pode representar-se no plano W(t), X(t) considerando Z(t) como parâmetro, definindo-se então uma família de *curvas características* do sistema (fig. 7 c, d),.

4.3 — *Tipos de controle*

Se o sistema se conserva em funcionamento num dado ponto de trabalho a necessidade de controle não se faz sentir. Este efeito apenas se manifesta portanto quando se verificarem *desvios* das grandezas de entrada e de saída em relação ao ponto de trabalho.

No caso geral de todas as grandezas terminais sofrerem variações o *desvio da grandeza controlada*

$$\Delta X(t) = X(t) - X_o \qquad (1a)$$

é imposto simultâneamente pelo *desvio da grandeza referenciadora*

$$\Delta W(t) = W(t) - W_o \qquad (2a)$$

e pelo *desvio da grandeza perturbadora*

$$\Delta Z(t) = Z(t) - Z_o \qquad (3a)$$

Estes desvios são indicados pelo campo de características do sistema controlado se se referem a variações entre estados estacionários (e não transitórios!).

Note-se no entanto o diferente significado dos desvios de ambas as grandezas de entrada.

Um desvio da grandeza referenciadora tem por fim alterar o valor-que-deve-ser da grandeza controlada, ou seja, a modificação de W_o implica uma alteração de X_o Por isso se diz, quando se efectua um controle por variação da grandeza referenciadora que se processa um *controle de programa*, como se apresenta num *servomecanismo*, pois a grandeza controlada manifesta desvios que se desejam impostos pela variação no tempo da grandeza referenciadora (fig. 7c).

Os desvios da grandeza perturbadora têm um caracter completamente distinto. Se se conserva a grandeza referenciadora os desvios da grandeza perturbadora determinam desvios da grandeza controlada, mas o seu valor-que-deves-ser não se alterou porquanto a grandeza referenciadora se admitiu inalterada (e esta determina aquele valor). Deste modo o sistema actua de maneira a manter constante a grandeza controlada, pelo que se diz que se processa um *controle de valor-fixo*, clàssicamente designado por *regulação* (fig. 7d).

4.4 — *Grandezas terminais desvios*

São objecto do controle automático os desvios das grandezas terminais do sistema em relação a um dado ponto de trabalho (funcionamento em regime estacionário!).

Estas *grandezas fundamentais* do controle automático são:

1) *Grandeza de controle* x(t): desvio da grandeza controlada, ou seja, a diferença entre o valor-que-é e o valor-que-deve-ser (respectivamente, o valor actual e o valor estacionário)

$$x(t) = \Delta X(t) = X(t) - X_o \qquad (1b)$$

2) *Grandeza de referência* w(t): desvio da grandeza referenciadora

$$w(t) = \Delta W(t) = W(t) - W_o \qquad (2b)$$

3) *Grandeza de perturbação* z(t): desvio da grandeza perturbadora

$$z(t) = \Delta Z(t) = Z(t) - Z_o \qquad (3b)$$

Consideram-se em geral no estudo de sistemas de controle como grandezas de entrada w(t) e z(t) e como grandeza de saída x(t).

4.5 — *Estrutura de um sistema de controle*

Para se realizar um sistema de controle é necessário efectuar um conjunto de ligações físicas do qual resulte um processamento dos terminais como se indicou.

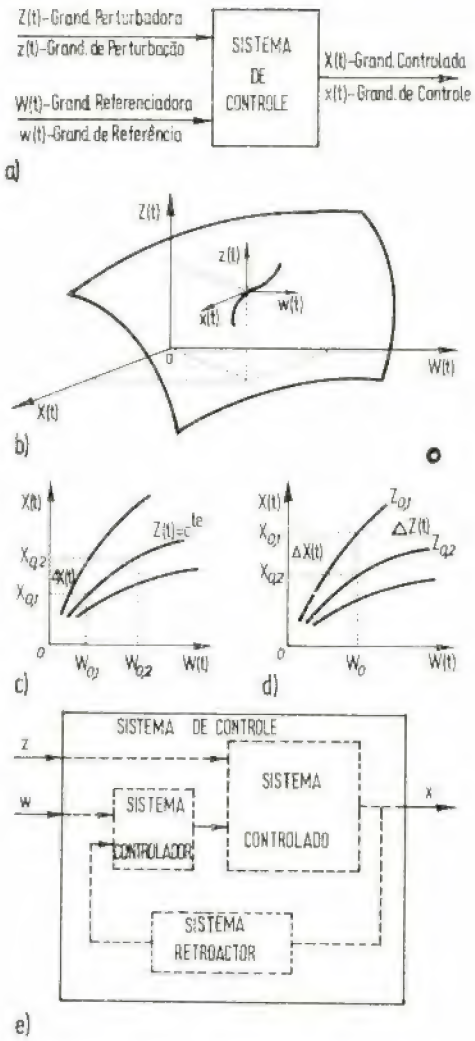


Fig. 7 — Conceitos de um sistema de controle.
a) Esquema simplificado de um sistema de controle
b) Superfície característica
c) Funcionamento estacionário no controle de programa (servomecanismo)
d) Regime estacionário no controle de valor-fixo (regulação).
e) Estrutura de um sistema de controle.

Começa por se exigir a detecção da grandeza de controle, seguindo-se a sua conversão numa grandeza homogénea com a grandeza de referência (uma grandeza de entrada do sistema) para se permitir a sua comparação. Estas operações definem a retroacção do sistema pois a grandeza de saída é reconduzida internamente à entrada do sistema controlador, realizando-se através do *retroactor*. Note-se que para se obter o processamento dos terminais descrito é preciso que esta retroacção seja negativa, isto é, a um aumento da grandeza controlada devido a uma perturbação deve reduzir-se internamente o valor referenciador para que se reconduza a saída ao seu valor-que-deve-ser (desvio nulo!).

O resultado da comparação efectuada no comparador é geralmente amplificado e convertido numa

grandeza homogénea com a grandeza de perturbação (outra grandeza de entrada do sistema de controle) por meio de um *controlador*.

Da adição destas duas grandezas resulta a grandeza que actua sobre a *instalação controlada* de maneira a que a sua saída seja a desejada. Observa-se que a grandeza de perturbação tem acção directa sobre a instalação controlada, enquanto a grandeza de referência actua através do controlador.

O sistema de controle é pois constituído por um *anel fechado* no qual participam a instalação controlada, o retroactor e o controlador.

O efeito do sistema de retroacção pode encarar-se como a transferência da grandeza de saída do sistema controlado para a entrada do sistema controlador, no qual actua também como entrada a grandeza de referência. Por seu lado a grandeza de perturbação é uma entrada apenas do sistema controlado, juntamente com a saída do sistema controlador (fig. 7e).

4.6 — *Grandezas internas*

No anel fechado do sistema existe entre cada componente uma determinada *grandeza intermédia*, com um valor secundária no estudo do processamento dos terminais mas que é importante na análise da estrutura do sistema.

A *grandeza retroactiva* R(t) forma a saída do retroactor (cuja entrada é a grandeza controlada derivada da saída da instalação controlada) e adiciona-se algèbricamente com a grandeza referencidora. Interessam em especial as suas variações em relação ao ponto de trabalho, que definem a *grandeza de retroacção* r(t).

A *grandeza actuante* E(t) é a diferença entre a grandeza referenciadora e a grandeza retroactiva

$$E(t) = W(t) - R(t) \qquad (4a)$$

e constitui a entrada do controlador. Importante é a *grandeza de actuação* igual à diferença entre as grandezas de referência e de retroacção

$$e(t) = w(t) - r(t) \qquad (4b)$$

A *grandeza afinadora* Y(t) constitui a saída do controlador, que se vai adicionar com a grandeza perturbadora (uma vez homogéneas!). Importa considerar todavia as suas variações em relação ao ponto de trabalho, que constitnuem *a grandeza de afinação* y(t).

Finalmente, a *grandeza manipuladora* M(t) representa a soma da grandeza perturbadora com a saída do orgão afinador

$$M(t) = Z(t) + Y(t) \qquad (5a)$$

e forma a entrada da instalação controlada(cuja saída, sob o ponto de vista de controle, é a grandeza controlada). Significativa é a *grandeza de manipulação* m(t) relativa aos desvios da grandeza manipuladora

$$m(t) = z(t) + y(t) \qquad (5b)$$

sendo por conseguinte igual à adição algébrica das grandezas de perturbação e de afinação.

Deve notar-se a detecção da saída da instalação controlada para realizar a entrada do realimentador materializa uma *derivação* na saída do sistema, enquanto que as ligações com as entradas do sistema se efectuam em *somadores* ou *misturadores* de sinais.

Sob o ponto de vista de cálculo as grandezas intervenientes podem ser as globais ou as grandezas desvios pois a diferença entre elas é constante. Tudo se resume a uma mudança de escala ou a uma translação de eixos, porquanto as derivadas em ordem ao tempo de umas variáveis ou de outras são iguais. Além disso a superfície característica, definida pelo lugar geométrico dos pontos de trabalho em regime estacionário é a mesma independente do sistema de eixos. É evidente que está na base do pensamento a translação dos eixos coordenados.

5 — CONCLUSÕES

Na moderna Engenharia, em especial na Electrotécnica e na Mecânica, é absolutamente indispensável dominar o significado de um anel de retroacção. A natureza das grandezas intervenientes é contudo muitas vezes deficientemente entendida.

Do exemplo de controle de velocidade de um motor eléctrico destacam-se os seguintes resultados conceptualmente importante na teoria dos sistemas:

1 — Num sistema de controle existem grandezas físicas globais e grandezas desvios em relação a um estado estacionário de funcionamento;

2 — No tratamento analítico de um sistema é indiferente considerar as grandezas desvios ou as grandezas globais como variáveis;

3 — A consideração das grandezas desvios subentende uma translação dos eixos de coordenadas das grandezas globais para o ponto de trabalho do sistema de controle;

4 — O esquema funcional de um sistema físico exprime o modo como os seus elementos estruturais estão interligados e a natureza das grandezas que agem de uns para os outros sistemas parciais.

"MUNDO TÉCNICO"

CONTROLE DOS MATERIAIS REFRACTÁRIOS POR RAIOS X

A rotura duma conduta ou duma parede dum forno são acidentes cujas consequências podem ser graves. Geralmente, são causadas por defeitos internos dos materiais tal como fissuras, porosidades inclusões de corpos estranhos,... Estes defeitos podem ser detectados por raios X.

O escame pode ser efectuado por dois processos, radioscopia e radiografia.

O primeiro método permite uma observação directa sobre um écram, enquanto o segundo requer a utilização de filmes. Destes dois processos a radioscopia é um processo mais económico.

O equipamento necessário consta de:

— um gerador de raios X com um pequeno tronco de cone para limitar o fluxo geométrico da imagem.

A tensão máxima (KV) à qual deve poder funcionar este aparelho deve ser determinado em função da natureza do material e das suas dimensões. A escolha situa-se entre as tensões de 150 KV e 400 KV. Um gerador funcionando a 150 KV convém por exemplo para condutas e tampões.

— um écram de radioscopia combinado com uma televisão de alta sensibilidade (convertidor de imagens).

— um manipulo telecomandado. O manipulo deverá estar colocado num local blindado, portegido contra as radiações.

Todos os comandos e o receptor de televisão serão colocados num local separado da restante aparelhagem.

O operador poderá regular conforme interessar, a energia de radiação, orientar o objecto a ser examinado com ajuda dum manipulo e limitar o campo de observação.

O controle por raios X conhece já numerosas aplicações nos domínios industriais. Neste caso dos refratários ele tem cada vez mais aplicação pois as exigências actuais pedem uma grande fidelidade de material.

AÇO INOX CORADO

O Laboratório de investigação da International Nickel Limited, de Birminghan, desenvolveu um processo para colocar aços inóx níquel — crómio.

O processo consiste em imergir o aço inóx numa solução quente e concentrada de ácidos crómicos e sulfúrico.

As variações de tonalidades dependem da duração do tratamento. O factor importante é que o corado fosse permanente e duradoro. Para isto os cientistas de Birminghan descobriram um tratamento secundário electrólitico numa solução similar, mas menos concentrada que a empregue para corar.

Desta forma pode-se imprimir sobre o aço desenhos corados e outros desenhos, empregando lacas fotosensíveis que resistem às soluções de coloração e endurecimento.

Consegue-se figuras que podem resistir à acção do tempo.

INDICADOR DA CONTAMINAÇÃO DO AR

Uma companhia britânica fabricou um aparelho para comprovar a contaminação do ar mediante tranças metálicas, que podem ser de chumbo, zinco, ferro e cobre, operação que pode ser efectuado por pessoal pouco preparado.

O processo consiste na absorção de ar contaminado através de um líquido ou de um papel de filtro especialmente tratado. As tranças metálicas produzem uma variação de cor no reactivo, e a cor final dependerá do tipo e volume de contaminação.

Este processo é pràticamente adequado para oficinas de soldadura e outros lugares de trabalhos metalúrgicos.

Para maior informação dirigir-se a P. A. C. I. S. A. General Primo de Rivera, 35, Madrid.

Escolhe o variador de rotação .*.

monte a transmissão completa utilizando

OS PRODUTOS

RENOLD

PARA A TRANSMISSÃO DE FORÇA

- **VARIADORES HIDRO-ESTATICOS DE VELOCIDADE INFINITAMENTE VARIAVEL até 40 HP à velocidade máxima na saida, relação máxima 27:1 com operação manual, eletrica, hidraulica ou pneumatica**
- **VARIADORES MECANICOS até 75 HP - relações desde 2:1 até 16:1**

* ou transmissão à corrente, corrente transportadora, redutor, luva de acoplamento, embreagem, freio etc.

Informações técnicas sobre a linha completa de produtos RENOLD na:

RENOLD LIMITED
SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

RENOLD HOLROYD Crofts CARTER

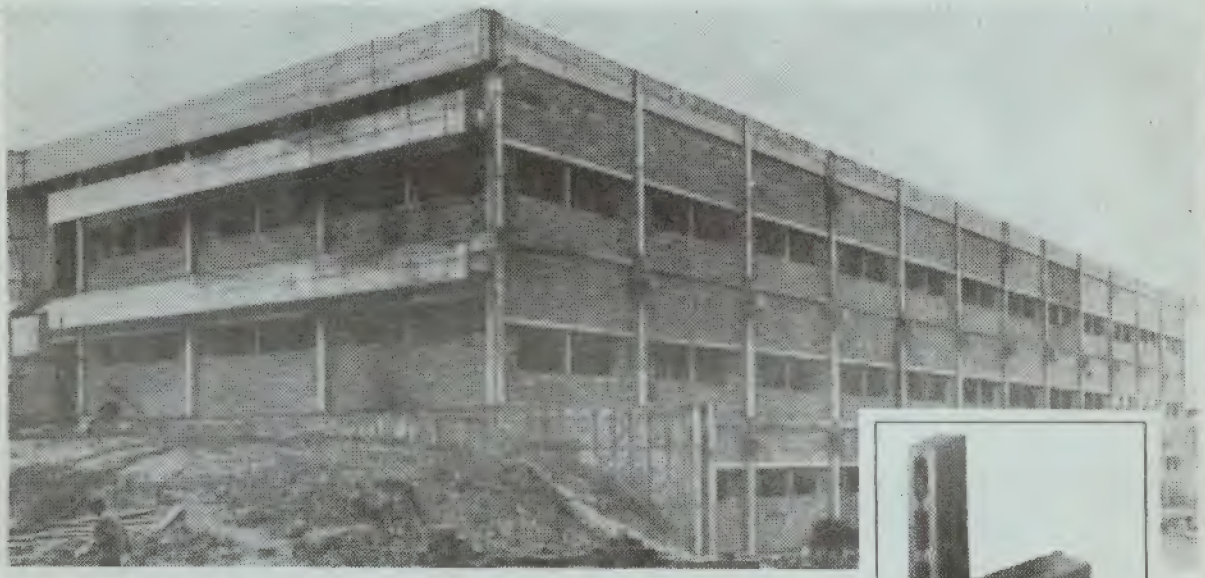
HARKER SUMNER & CIA LDA.
38 Rua de Ceuta, 48 PORTO
Apartado No. 162. Tél: 27054 (4 linhas)

14 Largo do Corpo Santo, 18 LISBOA-2
Tél: 324823, 35124.

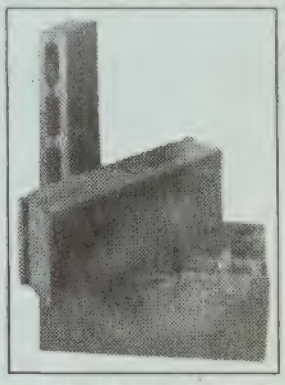
H. HAGEN

SEDE — Av. Elias Garcia, 22 - 1.º • tel. 76 70 28 • LISBOA
DELEGAÇÃO — Av. Sá da Bandeira, 45-4.º • Tel. 27141/2 • COIMBRA

CONSTRUÇÕES CIVIS E INDUSTRIAIS
OBRAS PÚBLICAS
MOLDES DESLIZANTES
SILOS – CHAMINÉS – PONTES
PRÉ - ESFORÇO – PRÉ - FABRICAÇÃO



Edifício para a TAP · Aeroporto de Lisboa



- Leveza
- Insonorização
- Isolamento térmico
- Rapidez de execução

Lecabetão

PRÉ-FABRICADOS COM ARGILA EXPANDIDA, S.A.R.L.

RUA CASTILHO, 57 R/C-Dto. TEL. 537748 LISBOA
LEIRIA SANTARÉM

C. D. U. 541.486 : 541.63 : 541.486

DUAS CONFERÊNCIAS SOBRE QUÍMICA DE COORDENAÇÃO

Dr. L. D. PETTIT
(Universidade de Leeds) proferidos a 15 e 16 de Abril de 1971.

I) — FORMAÇÃO DE COMPLEXOS MISTOS E ESTEREOSELECTIVIDADE

II) — ALGUNS ASPECTOS DA LIGAÇÃO ENTRE DOADORES "MACIOS" E ACEITADORES "MACIOS"

RESUMO

I) Com base nas variações entrópicas e entálpicas que acompanham a formação de complexos do tipo MAB conclui-se da existência de estero selectividade na formação destes complexos quando A e B são isómeros ópticos (ligandos).
II) Sistematizam-se as principais tipos de ligandos macios e revê-se o conceito de retrodoação π à luz dos dados experimentais existentes.

SYNOPSIS

I) Based on the entropic and enthalpic changes which assist complex formation, conclusions are drawn on the existence of stereoselectivity in the formation of MAB type complexes, A and B being optical isomers (ligands).
II) A sistematisation of the main types of soft ligands is given and the concept of π-backdonation reviewed in the light of the available experimental evidence.

I) THE FORMATION OF MIXED COMPLEXES AND STEREOSELECTIVITY

The simplest mixed complex is the triplet $M^+A^-B^-$ in the gaseous phase. The formation constant K, may be expressed as:

$$\log K = \frac{-\Delta G}{2.303RT} = \frac{-\Delta H}{2.303RT} + \frac{\Delta S}{2.303R}$$

Values for ΔS and ΔH may be calculated theoretically so that the theoretical value for K_{MAB} can be compared with values for K_{MA_2} and K_{MB_2}. If $K_{MAB} \neq \sqrt{K_{MA_2} \cdot K_{MB_2}}$ then stereoselectivity can be said to be present.

Entropy changes

The statistical entropy may be expressed in terms of 3 components:

$$S = S_{translational} + S_{vibrational} + S_{rotational}.$$

In practice S_T and S_V for MAB is the mean of MA_2 and MB_2, but this is not true of S_R since

$$S_R = R\left[1 + \frac{\ln 8\pi^2 IkT}{\sigma h^2}\right]$$ where σ is a symmetry number. MA_2 and MB_2 have C_2 symmetry; $\sigma = 2$. MAB has S_2 symmetry; $\sigma = 1$.

Hence $S_{R\,(MAB)}$ is greater than $S_{R\,(MA_2)}$ by R ln2 so increasing K_{MAB} by a factor of 2, or log K by a factor of 2, or log K by 0.30 log units.

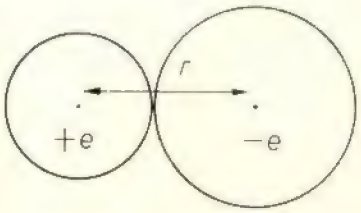
This can be expressed another way. MA_2 can only be formed by MA + A, similarly MB_2 by MB + B but MAB can be formed by two routes: MA + B or MB + A so that in an equilibrium mixture with everything else being equal the concentration [MAB] will be twice $[MA_2]$ or $[MB_2]$.

This factor of 2 is statistical and independent of A and B as long as they are different.

Enthalpy changes

If the complex is assumed to be ionic the potential energies of the ion triplets can be calculated from simple coulombic interactions — e.g. for an ion pair:

$$-E = \frac{e^2}{r} - \frac{B}{r^n}$$



However, in addition to this, polarization terms must be introduced to allow for induced dipoles in the ions. In the symmetrical triplet A-M-A the induced dipoles in the A ions will be symmetrical giving no net dipole in M. In A-M-B, however, the different dipoles in A and B will cause a resultant dipole in M giving the mixed triplet a more favourable potential energy, making it more stable than the mean of MA and MB . e.g. the triplet $Na^{+}-Cl^{-}-K^{+}$ is more stable than the mean of $Na^{+}{}_{2}\,Cl^{-}$ and $K_2{}^{+}Cl^{-}$ by 25 KJ mol^{-1} in 1000. The theory is similar, but more complicated, for more complex ion aggregates.

Hence stereoselectivity is likely from both Δ H and ΔS contributions (See J. Amer. Chem. Soc, 1966, *88*, 4783, 4790).

Racemic Mixtures of Ligands

The racemic bis-complex M(+L) (−L) is a special case of the mixed triplet MAB in which A and B are identical apart from being mirror images of one another. The entropy change on complex formation will be as described earlier — e.g. for the reaction:

$$M(+L)_2 + (-L)_2 \rightleftarrows 2M((+L)\ (-L)$$

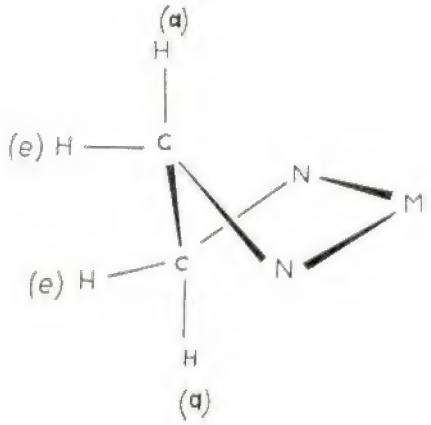
the equilibrium constant,

$$K = \frac{[M(+L)\ (-L)]^2}{[M(+L)]_2\,[M(-L)_2]} = 4$$

The implications of this are complicated and are considered in detail in J. Chem., Soc. (A) 1970, 2649.

In addition to entropy (concentration) factors there may also be enthalpy differences between $M(+L)_2$ and M(+L) (−L).

The chelate ring of 1,2: diaminopropane (pn) is not planar but puckered causing two of the bonds from carbon atoms in the ring to be equatorial and two axial. One of these bonds will be to a methyl group which, being bulky, will prefer the equational conformation. If this is to be true then the chelate rings in M(+ pn) (− pn) must be of opposite conformation whereas in $M(+pn)_2$ they will be the same. It is possible that this could be a source of stereoselectivity (see J. Chem., Soc. (A) 1970, 2691).



When the ligand contains two optically active centres, as in 2:3, diaminobutane

$(NH_2.\ CH(CH_3)\ CH(CH_3).\ NH_2)$,

(+), (−) and *meso* isomers exists. The (+) and (−) complexes, ML and ML_2, can both form with all bulky methyl groups equational and the chelate ring in puckered conformations. The *meso* complexes, however, must have one methyl axial and one equatorial making the chelate ring inherently less stable than in the optically active isomers. Hence complexes of meso--diaminobutane will be less stable than the comparable optically active forms e.g.

		log β_{ML}	log β_{ML_2}
Copper	meso	10.72	20.06
	(±)	11.39	21.21
Nickel	meso	7.04	12.74
	(±)	7.71	14.19

In amino-acid complexes the chelate rings are virtually planar so that axial-equatorial isomers cannot form. However, with more complicated aminoacids which can act as tridentate ligands (e.g. histidine) stereoselectivity is possible and has, in fact been found. e.g. for nickel histidine complexes the following thermodynamic quantities have been found (J. Inorg. Nucl. Chem., 1971, *33, 2177)*

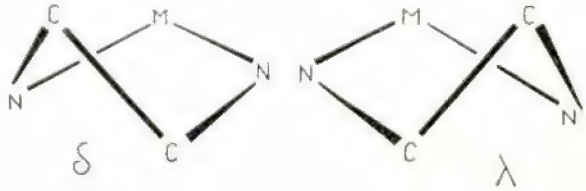
	$-\Delta H$	$-\Delta G$	ΔS (in kJ mol^{-1})
(±) histidine	71.7	92.2	69
(+) »	69.1	88.5	65
(−) »	69.0	88.5	65

Recommended system for describing puckered chelate ring

(Inorg. Chem., 1970, 9, 1).

The 1,2:diaminoethane chelate ring can adopt 2 staggered conformations:

The first of these can be imagined as resulting from twisting the C−C bond in a clockwise, right-handed direction and is called the δ conformation. The other left-handed ring is the λ conformation. Three forms of the planar bis-complex are therefore possible the $\delta\delta$ ML_2, $\lambda\lambda$ ML_2 and $\lambda\delta$ ML_2. The first two have a centre of symmetry while the last has a plane of symmetry and may therefore differ in properties.



In the octahedral tris-complex ML_3 two miror image forms are possible. They are shown looking down the 3 - fold axis. The first, originally known as the D form, can be imagined as a propeller with a left-handed screw--i.e. the $\wedge$ form. The other has a right-handed screw, the Δ form. Assuming the chelate rings can also be puckered 8 conformational isomers are possible:

$\Delta\lambda\lambda\lambda$, $\Delta\lambda\lambda\delta$, $\Delta\lambda\delta\delta$, $\Delta\delta\delta\delta$ and $\wedge\lambda\lambda\lambda$, $\wedge\lambda\lambda\delta$, $\wedge\lambda\delta\delta$, $\wedge\delta\delta\delta$.

Some of these are diastereoisomers so may be expected to differ in properties although the differences would only be small. When the ligands are optically active with bulky substituents seeking equational conformations some stereoselectivity is therefore to be expected. (See Inorg. Chem. 1969, *8*, 1168 and 1970, *9*, 576).

II) SOME ASPECTS OF THE BONDING BETWEEN SOFT DONORS AND SOFT ACCEPTORS

Soft donors can be classified in three groups:

i) Heavy donor atoms — e.g. S, Se, P, Br.

ii) First period donors with very weakly basic reactions e.g. CN^-, CO, NO^+.

iii) Unsaturated molecules in which co-ordination is not from any one atom in particular, e.g. C_2H_4, CS_2, cyclopentadiene.

Using a molecular orbital description bonding in these three ligand classes may be described as a σ-bond L: $\longrightarrow$ M with, in addition, π-overlap between filled metal d-orbitals and empty ligand orbitals of suitable energy symmetry. Orbitals involved will be

i) $d \longrightarrow d_\pi$ overlap

ii) $d \longrightarrow \pi_\pi^{[1]}$ overlap

iii) $d \longrightarrow \pi_\mu^{[1]}$ overlap

The pratical difference between 'hard' interations and 'soft' interaction is that the former involves large favourable entropy changes while the latter unfavourable entropy changes but large favourable enthalpy changes — e.g. covalent bond formation.

What is the experimental evidence for back coordination and how can we best imagine and teach such bonding?

1) Heavy donor atoms

Evidence for $d \rightarrow p_\pi$ overlap and bonding is good. Experimental evidence comes from bond-length measurements and calculations of d-orbital populations and energies in molecules such as SO^{-2}, $(PNCl_2)_3$ and S_4N_4 predict significant π-bonding.

Evidence for $d \longrightarrow d_\pi$ bonding is less conclusive and has been based on four main lines of experimental evidence.

1) *Trans*-effect. However ligands with large *trans*-effects often have no suitable orbitals for π-bonding (e.g. H-, CH_3-) or changes in bonding may be explained by inductive (σ-bonding) effects (e.g. $SiMePh_2^-$).

In general the overlap in the M—X band in trans L—M—X varies inversely with the σ-overlap L—M which is proportional to the *trans*-effect of L.

2) *n.m.r.* Evidence from n.m.r. spectra is not very satisfactory since coupling constants depend mostly on s - electron density, and s - electrons cannot π-bond.

3) *i.r. spectra* — particularly ν_{CO} in trans L-M-CO. If L can π-bond with M the resonance hybrid L = M—C $\equiv$ O should be stabilized rather than L—M=C=O. i.e. the C—O force constant should increase. But ν_{CO} is not a good measure of k_{CO} and in R_3P—Ni—CO, ν_{CO} varies with the inductive (σ) effects of R.

4) *Thermodynamic data* log K (Δ G) may be regarded as a rough measure of the L—M bond energy. If inductive (σ) effects only are important a linear relationship between Hammett or Taft σ functions and 10gK is to be expected. If π-bonding is present the relationship will only be linear there is a lienar relationship between π — and σ-bonding effects — this is unlikely. Significant π-bonding will also tend to change the slope of σ against log K.

Linear relationships are found for the silver complexes of a wide range of S and Se ligands. The complexes are stabilized by ΔH changes (Se > S) and opposed by ΔS changes (Se > S). When the ligand contains a double bond in a suitable position to chelate. (e.g. CH_2: CH $(CH_2)_2SCH_2CO_2H$) the olefin-metal interaction has a very large ΔH of formation with a large, opposing, entropy change. Since

$$\Delta G = -RT \ln K = \Delta H - T\Delta S,$$

this unfavourable entropy change will become more important as the temperature is raised causing a very rapid decrease in stability constant as a function of temperature

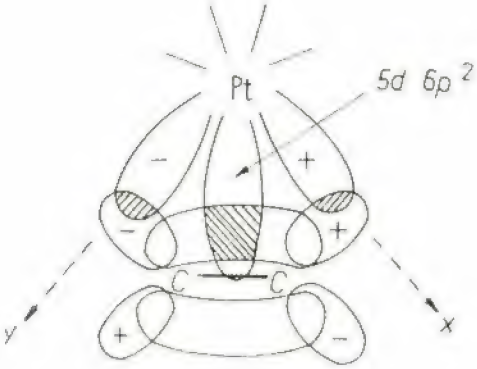
e.g. with CH_2: CH $(CH_2)_2SeCO_2H$ the values for log β_{AgL_2} are:

at 1°	10.00.
at 19°	8.12.

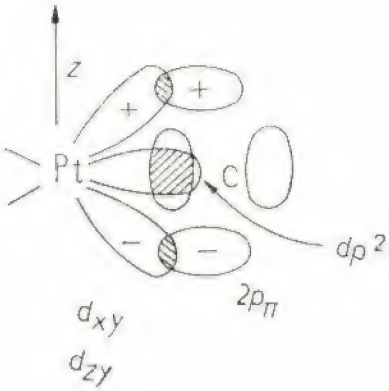
Hence any work involving the formation of metal-olefin bonds should be carried out at as low a temperature as possible.

How can we best think of the M - olefin bond?

a) With zero-valent metals (e.g. Pt°, Ag°) — d^{10} configuration. Assume dp^2 hybridization giving a trigonal planar coordination as shown in the figure.
(see J. Am. Chem. Soc. 1969, *91*, 7005 and 1970, *92*, 5110.)



top view



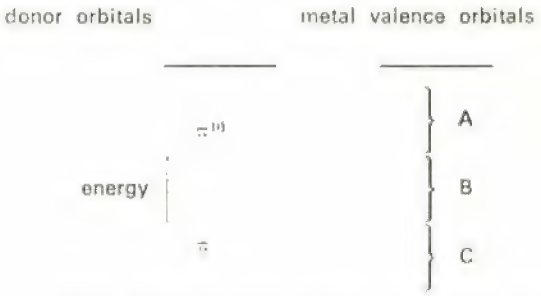
side view

b) With d^8 metal ions (e.g. Pt II) assume $d^2 p^2$ giving a square planar configuration as described in the above references.
$d - d_{\pi}$ or $d - \pi_{\pi}$ bonding is important but not in a direct thermodynamic sense. A weak π bond will draw the bonding centres closer together to allow the formation of a much stronger σ bond. This is an example of a synergic mechanism.

For good bond formation there must be:

1) Correct symmetry.
2) Good overlap.
3) Orbitals involved must be of similar energy.

The following diagram shows the application of these rules, particularly rule 3.



Metal acceptors with orbitals in energy region A will bond most effectively with olefin $\pi^{(1)}$ orbitals (a π bond), metals in region C will bond to the π orbitals (σ bond) while metals in region B will form both π and σ bonds. e.g. metals in low valency states will aproach region A and ligands with electron attracting substituents such as CN — will lower the energy of $\pi^{(1)}$ orbitals. Hence bonding is Pt° — tetracyanoethylene is predominantly A $\longrightarrow \pi^{(1)}$ (a dative π bond).

The arguments briefly referred to above are given more fully in: Quarterly Reviews of the Chemical Society (London) 1971, *25* pages 1 - 29. In the second half of this review all forms of metal-ligand π - bonding are considered including metal-carbonyl bonding.

COBA · CONSULPRESA

INTERNATIONAL CONSULTANTS FOR DAMS,
HYDROELECTRIC UNDERTAKINGS,
POWER, TUNNELS, ROCK MECHANICS,
PUBLIC WORKS AND PLANNING

LISBOA - 1	MADRID - 1	RIO DE JANEIRO - GB
AV. MARQUÊS DE TOMAR, 9	GENERAL MOLA, 33	R. DOM GERARDO, 46

Já pensou...

... que o seu anúncio
é muito mais eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos.

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais • Lisboa 1 • Telef. 77 54 49

C. D. U. 628

A ENGENHARIA SANITÁRIA

Um movimento que ganha vulto entre nós, lançado pela Ordem dos Engenheiros

JOSÉ SOARES AMARO
Eng. Civil I. S. T.

RESUMO

Refere-se a necessidade do incremento da Engenharia Sanitária em Portugal, como especialidade autónoma. Este trabalho de incrementação tem vindo a ser realizado no nosso país pela Comissão de Engenharia Sanitária na Ordem dos Engenheiros. Apontam-se os pontos do plano de actividades da Comissão, sendo de realce a realização do primeiro curso de pós-graduação de Engenharia Sanitária.

SYNOPSIS

In this paper, a reference is made to the necessity of developping Sanitary Engineering in Portugal, as an autonomous speciality. This development work is being done by the Sanitary Engineering Groups, of the National Association of Engineers. The main points in the scheme of the Groups activities are presented, specially the realization of the first post-graduation course in Sanitary Engineering.

Remontam há cerca de um século os primeiros passos significativos da engenharia em relação com a saúde pública, que conduziram entretanto em diversos países à instituição duma especialidade autónoma: a engenharia sanitária.

No nosso País aguarda-se ainda pelo reconhecimento oficial desta especialidade, à qual faltam portanto condições de afirmação e actuação próprias, não querendo isto dizer que não tenhamos técnicos cuja actividade se desenvolve dentro do seu campo de acção, pois de facto os há e alguns de indesmentível competência.

A formação especializada desses técnicos — diga-se de passagem que o seu número é reduzido — tem-se feito em regra isoladamente, através do contacto com outros profissionais da mesma actividade, consulta de trabalhos afins e de bibliografia, experiência pessoal obtida e, em certos casos, com o complemento de ensinamento colhidos em visitas de estudo, estágios ou cursos no estrangeiro.

É talvez oportuno desde já pôr-se a seguinte questão: o problema da engenharia sanitária em Portugal tem de facto dimensão suficiente para justificar uma mobilização de esforços tendentes ao estabelecimento oficial da especialidade e à sua estruturação?

Não parece que a resposta requeira grande reflexão, bastando anotar-se relativamente a dois importantes e tradicionais aspectos da engenharia sanitária — abastecimentos de água e drenagem de esgotos completada com o tratamento — que falta cobrir mais de metade das necessidades do continente.

Tal situação, antes de mais torna prioritário o empreendimento duma tarefa de saneamento básico, entendendo-se que esta designação abrange, além dos dois aspectos anteriores, a recolha e eliminação ou aproveitamento de lixos.

Outras facetas embora menos relevantes de momento não poderão ser descuradas, como a luta contra a poluição atmosférica, solubridade e conforto das habitações e casas ou recintos de utilização colectiva, etc..

Quer dizer que há campo aberto para imediata actuação, que para ser eficaz, além do empenho dum orgão central coordenador por parte do Estado, exigirá nos domínios do planeamento técnico-financeiro, do projecto e da gestão, o concurso dum número de técnicos qualificados que só poderão assegurar-se com a instituição do ensino especializado.

À necessidade latente duma ordenação deste ramo de engenharia entre nós será de imputar-se o aparecimento há já uma vintena de anos duma Comissão de Engenharia Sanitária na Ordem dos Engenheiros, ligada à Secção de Engenharia Civil.

As actividades dessa Comissão, embora férteis de início cessaram poucos anos depois, presumivelmente porque aos seus membros pressionados por outros afazeres, escassearam disponibilidades de tempo.

Entretanto surgiu vai para dois anos um grupo de interessados que apresentou à Ordem dos Engenheiros um pedido formal para a criação duma nova Comissão de Engenharia Sanitária, na dependência do Conselho Regional de Lisboa, o que foi aceite pelo Conselho Geral na sua reunião de 15 de Janeiro de 1971.

Tal como já se fez no boletim de Março de 1971 da Ordem, transcreve-se a seguir a parte do pedido atrás citado cuja divulgação se julga de interesse:

«Entendemos que a Comissão de Engenharia Sanitária (1): deverá ser aberta, isto é, constituída por todos os engenheiros que participam nas suas actividades, independentemente das especialidades que exerçam, e ainda por outros técnicos cujo concurso interesse para a prossecução dos seus fins,, não sendo de exigir quaisquer formalidades de inscrição nem quaisquer compro-

missos que não sejam os implícitos na actuação responsável de qualquer profissional consciente; (2) convirá ficar, enquanto não participarem nela, de maneira significativa, engenheiros das restantes secções regionais, vinculada directamente ao Conselho Regional de Lisboa através do respectivo Presidente o qual, servindo de elo de ligação, transmitirá à Comissão as indicações que o Conselho Regional entender dar-lhe e, simultâneamente, será, no Conselho, o porta-voz da Comissão; (3) sem prejuízo da constituição de um secretariado próprio que garanta a coordenação das actividades a desenvolver, deverá ser organizada colegialmente, isto é, segundo uma estrutura horizontal, sem cargos de direcção a preencher, fazendo-se depender a orientação e organização das suas actividades do que for decidido nas reuniões que forem tendo lugar: (4) deverá ser considerada, independentemente da duração efectiva das suas actividades, de existência temporária, enquanto não for possível à Ordem reconheco autonomia da especialidade da engenharia sanitária e, consequentemente, criar, em sua substituição, um orgão com a estrutura estatuária igual à que então estiver atribuída às outras especialidades.

No que respeita ao plano de actividade os pontos que nele incluímos envolvem, por um lado, a quase totalidade das facetas que o problema da engenharia sanitária apresenta entre nós e abrem, por outro, caminhos para a análise de muitas das implicações de carácter técnico, social, económico e administrativo que a existência ou inexistência institucional dessa especialidade acarreta.

Teria que ser forçosamente vasto tal plano pois que estamos, em quase tudo o que se relaciona com a engenharia sanitária, francamente atrasados.

Interessa, todavia, ter presente que nele há tarefas que têm nítido carácter sindical, outras que se predem mais a aspectos de preparação e valorização profissional, outras ainda a perspectivas genéricas de mentalização; é importante considerar que certas actividade previstas ou pressupostas dificilmente poderão ser feitas por qualquer organismo que não seja a própria Ordem, enquanto que em relação a outras a Comissão só poderá desenvolver uma acção supletiva; é conveniente também destrinçar os pontos do plano de trabalhos que são realizáveis a curto prazo, dos que só a médio ou mesmo a longo prazo, poderão ser levados a efeito. Isto dito, parece que será fácil concluir que o plano é vasto, mas não é para ser realizado precipitadamente nem pressupõe que tudo virá a ficar resolvido neste País, nas coisas que se prendem com a engenharia sanitária, apenas com os esforços que a Comissão vier a desenvolver.

Eis, então, os pontos do plano de actividades:

1) Definição de engenharia sanitária e delimitação do respectivo campo de actuação em Portugal, tendo em conta os condicionalismos técnicos, económicos e sociais existentes no País, visando os seguintes objectivos:

a) inclusão da respectiva especialidade no quadro geral das especialidades pela Ordem;
b) estabelecimento de critérios que permitam a inscrição de membros da Ordem como engenheiros sanitários.

2) Análise e fixação de condições de remuneração adequadas à prestação de serviços da especialidade, a considerar numa tabela geral de honorários de serviços profissionais de engenharia.

3) Reconhecimento das áreas de actuação, nos domínios do projecto, da construção ou da direcção, que são da competência do engenheiro sanitário.

4) Relação dos técnicos que, presentemente, se dedicam ao ramo da engenharia sanitária; levantamento das necessidades básicas do País, actuais e futuras, em engenheiros sanitários; promoção de novas oportunidades de emprego em sectores que, entre nós, não ocupam, como regra, estes técnicos.

5) Realização de debates para confronto de posições sobre problemas relacionados com o exercício da profissão, como, por exemplo, os papéis que cabem ao Estado, ao fabricante e, ou representante de equipamento e ao engenheiro consultor na realização de estudos e projectos para o sector.

6) Apoio a todas as medidas que possibilitem o acesso ao ensino da engenharia sanitária, quer pela frequência de cursos no estrangeiro, quer pela criação desse ensino entre nós, apoio esse que se desenvolverá, nomeadamente, nas seguintes direcções:

a) análise e difusão dos «curricula» dos cursos de graduação e pós-graduação existentes no estrangeiro, bem como das condições de inscrição, duração e custos de frequência, reputação do corpo docente e outros dados práticos;
b) inventário das possibilidades nacionais, estrangeiras e internacionais de bolsas de estudo;
c) contactos com a Universidade no sentido de transmitir aos seus responsáveis directos elementos sobre as necessidades do País em engenheiros sanitários (mentalização do corpo docente) e sobre o modo como os profissionais deste sector julgam dever ser abordado o problema do ensino da especialidade (fornecimento de elementos de decisão);
d) contactos do mesmo teor com organismos de investigação e outros, no seio dos quais possam ter lugar cursos de duração limitada sobre aspectos particulares da engenharia sanitária.

7) Promoção de cursos e outras actividades formativas de curta duração, para técnicos municipais que tenham a seu cargo a execução, a exploração e, ou a administração de obras sanitárias, e ainda para preparação de certo pessoal auxiliar qualificado, como sejam os operadores de estações de tratamento e encarregados de laboratório.

8) Realização de actividades de actualização em intenção dos profissionais do sector, tais como seminários, reuniões, conferências, cursos de aprefeiçoamento, etc., recorrendo-se, inclusivamente, a especialistas estrangeiros e ao patrocínio de organismos internacionais.

Na mesma linha procurar-se-á criar o ambiente necessário e promover a satisfação de condições indispensáveis ao lançamento de publicação especializada com discussão dos temas apresentados em artigos (tipo «Proceedings»).

9) Análise das possibilidades de criação e desenvolvimento da investigação em engenharia sanitária, domínios preferenciais, infraestruturas requeridas, benefícios resultantes, etc.

10) Elaboração de elementos de trabalho que permitam à Ordem:

a) participar na preparação e, ou discussão da legislação que vise aspectos relacionados com a engenharia sanitária ou que com ela possa interferir, como, por exemplo, a legislação sobre o contrôlo da poluição;
b) emitir pareceres sobre o conteúdo de normas e especificações de engenharia sanitária a editar pelos organismos competentes;
c) contribuir para os trabalhos preparatórios dos Planos de Fomento, na parte respeitante ao planeamento do sector que se prende com a engenharia sanitária.

11) Lançamento de um boletim de informação (ou de uma secção especializada no Boletim da Ordem), através do qual se forneçam entre outros , elementos actualizados do seguinte teor:

a) dados sobre o panorama sanitário do País, no tocante a obras e equipamento técnico-sanitário existentes nos diversos aglomerados populacionais, realizações em curso, necessidades por satisfazer, capitações de água, etc.;
b) dados sobre o desenvolvimento económico do País naquilo em que condiciona e é condicionado pelo estado sanitário existente, quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis, etc.;
c) custos de obras e de equipamentos, conforme praticados em concursos;
d) custos de exploração de sistemas de esgotos e de abastecimento de água;
e) resenhas bibliográficas de matérias da especialidade;
f) noticiário referente a actividades do tipo de curso, simpósios, congressos, reuniões de peritos de organismos intrenacionais, etc.;
g) noticiário dos diferentes países, no que se refere a campos de investigação em curso, execução de obras de especial relevo, novaas soluções técnicas, económicas e administrativas encaradas para os problemas sanitários, tendências na evolução dos equipamentos e métodos de tratamento,etc.

12) Estabelecimento de relações com outros países, nomeadamente no que se refere a filiações em organismos estrangeiros e internacionais, colheita de experiências, convites a especialistas para conferências, cursos etc., visitas organizadas ao estrangeiro, participação em congressos e outras reuniões internacionais.

13) Criação de ambiente propício a relações com outros profissionais que actuem nos domínios da saúde pública e da salubridade, visando o esclarecimento mútuo das perspectivas de acção que são próprias de cada grupo profissional e proporcionar a realização de actividades complementares.

14) Desenvolvimento de acções de mentalização de responsáveis e das populações em geral, que acelerem o aumento do nível de exigências sanitárias e proporcionem o estabelecimento de condições favoráveis ao incremento de realizações de obras sanitárias.»

Desde o início procurou a Comissão obter a participação de profissionais de todos os sectores públicos e privados com interferência nestes problemas, sectores que por vezes actuam com pouca ou nenhuma ligação entre si, e um dos primeiros cuidados havidos foi o contacto directo com os departamentos oficiais relacionados com os assuntos em causa, sendo de registar a franca abertura manifestada em todos esses departamentos.

Organizaram-se dentro da Comissão vários grupos de trabalho, visando-se uma distribuição das tarefas enunciadas no plano de actividades. Estes grupos acutam com certa autonomia, dando conta do trabalho que vão realizando — posto à consideração de todos — nas reuniões mensais da assembleia geral da Comissão.

Da actividade desenvolvida merece relevo especial a efectivação do Colóquio subordinado ao tema geral «Prioridades na luta contra a poluição em Portugal» que teve lugar em Dezembro findo no L. N. E. C.

Das conclusões das sessões de trabalho em que se desdobrou o Colóquio e que versaram problemas de legislação, económico-financeiros, sócio-políticos e de ensino, será oportunamente dado conhecimento aos leitores da «Técnica».

Para além das conclusões e como consequência do maior alcance crê-se ter deixado contributo de certo peso para a esperança da realização do primeiro curso de engenharia sanitária, curso de pós-graduação para todos os ramos de engenharia, a iniciar provàvelmente na abertura do próximo ano lectivo.

Na sequência das actividades da Comissão realizou-se um Simpósio sobre «Atribuições e responsabilidades dos engenheiros nos empreendimentos de saneamento do meio urbano e de controlo da poluição industrial» com novos temas de reflexão designadamente:

— Planeamento (opções, directrizes)
— Concepção e projecto
— Execução das obras e instalações respectivas
— Exploração, conservação e manutenção das obras e instalações.

Está em organização um concurso fotográfico de que se realizará uma exposição na sede da Ordem em fins do corrente ano ou princípios do próximo, sobre motivos relacionados com o tema: «O Homem e o Ambiente (Um olhar crítico sobre a água, o ar, a solo, os alimentos e a habitação em Portugal)».

Assinala-se que as reuniões da assembleia geral da Comissão de Engenharia Sanitária se realizam por regra na primeira 5.ª-feira de cada mês pelas 21.30 horas, na sede da Ordem dos Engenheiros, e estão abertas a todos os que queiram colaborar ou simplesmente tomar contacto com os assuntos tratados, para melhor juízo.

Cabe ainda acrescentar que os grupos de trabalho a que anteriormente se fez referência e os pontos a que lhes compete dar andamento são os seguintes:

Grupo n.º 1 — «Definição de Engenharia Sanitária e qualificação de engenheiros sanitários» (pontos 1 e 3 do plano de actividades).

Grupo n.º 2 — «Honorários» (ponto 2)

Grupo n.º 3 — «Existências e carências de engenheiros sanitários (ponto 4).

Grupo n.º 4 — «Debates, relações inter-profissionais e acções de mentalização» (ponto 5, 13 e 14).

Grupo n.º 5 — «Ensino, formação e investigação» (pontos 6, 7, 8 e 9).

Grupo n.º 6 — «Legislação, normalização e planeamento» (ponto 10).

Grupo n.º 7 — «Boletim» (ponto 11).

Grupo n.º 8 — «Relações internacionais» (ponto 12).

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 416

Ano XLVII — Outubro 1972

RUI NUNES CORREIA — C. D. U. 621.785

TRANSFORMAÇÕES NO REVENIDO DOS AÇOS MARTENSITICOS COM 12% DE CRÓMIO

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 1 - 5

São revistas as reacções de precipitação de carbonetos durante os quatro primeiros estádios do revenido dos aços martensíticos com 12% de crómio. Faz-se também referência ao papel de outros elementos de liga nestas transformações e na ocorrência de um quinto estádio, correspondente à precipitação de um intermetálico.

DIAMANTINO F. G. DURÃO — C. D. U. 621.43

ROTOR E TAXA DE COMPRESSÃO DE MOTORES TIPO WANKEL

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 7 - 16

O artigo dá continuação a um outro publicado pelo autor, referência 1.
Faz-se a apresentação e discussão dos diferentes critérios possíveis para definir a forma do rotor dos motores tipo Wankel.
São relatadas implicações e meios para ultrapassar as dificuldades matemáticas que aparecem ao usar-se qualquer dos dois critérios considerados mais importantes.
É referida e justificada a importância do parâmetro geométrico adimensional $(a + b)/c$.
Apresentam-se também as curvas de variação da taxa de compressão em função de $(a + b)/c$.

ANTÓNIO DUARTE SILVA
EDUARDO C. MARÇAL GRILO — C. D. U. 620.17

A TEORIA DAS LINHAS DE ESCORREGAMENTO — APLICAÇÃO À EXTRUSÃO

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 17 - 24

Este artigo é o primeiro de uma série de dois, cujo objectivo é estabelecer a teoria dos campos das linhas de escorregamento e a sua aplicação ao caso da extrusão. O segundo artigo terá como tema a aplicação da mesma teoria para o forjamento.

J. LOUREIRO PINTO — C. D. U. 624.131.25 : 624.131.439 553.54

DEFORMABILIDADE DE ROCHAS XISTOSAS

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 25 - 30

Neste trabalho apresentam-se os resultados de ensaios de compressão uniaxial de rochas xistosas, obtidos quer em ensaios de campo, e estudam-se as variações do módulo de elasticidade, dos coeficientes de Poisson, do coeficiente de dilatação cúbica e do ângulo formado pelas direcções principais de tensão e de deformação com o ângulo formado com o normal à xistosidade.

LUÍS G. BRAGA DA CRUZ — C. D. U. 624.07 : 518.5

O EFEITO DA DEFORMABILIDADE AXIAL DAS BARRAS NO CÁLCULO DE ESTRUTURAS PÓRTICADAS DE GRANDE ALTURA

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 31 - 40

Os métodos de cálculo automático de estruturas, permitem analisar de uma maneira bastante precisa pórticos de grandes dimensões, considerando parâmetros que antes eram desprezados. O presente trabalho procura salientar a importância do efeito da deformação axial dos pilares em pórticos muito elevados. Comparam-se resultados, relativos a exemplos comuns, considerando ou não aquele efeito e indica-se um processo que atende a condicionamentos construtivos.

HERMINIO DUARTE - RAMOS — C. D. U. 621.52 : 007

ANÁLISE DA ESTRUTURA DOS SISTEMAS DE CONTROLE

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 41 - 48

Descreve-se o controle da velocidade de um motor eléctrico para interpretar o significado das diferentes grandezas e partes do sistema e classificar os tipos de controle automático.

DR. L. D. PETTIT — C. D. U. 541.486 : 541.63 : 541.486

DUAS CONFERÊNCIAS SOBRE QUÍMICA DE COORDENAÇÃO

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 49 - 52

I) Com bases nas variações entrópicas e entálpicas que acompanham a formação de complexos do tipo MAB conclui-se da existência de estero selectividade na formação destes complexos quando A e B são isómeros ópticos (ligandos).
II) Sistematizam-se as principais tipos de ligandos maciços e revê-se o conceito de retrodoação π à luz dos dados experimentais existentes.

JOSÉ SOARES AMARO — C. D. U. 628

A ENGENHARIA SANITÁRIA

Técnica N.º 416 — XLVII — 10-1972, p. 53 - 56

Refere-se a necessidade do incremento da Engenharia Sanitária em Portugal, como especialidade autónoma. Este trabalho de incrementação tem vindo a ser realizado no nosso país pela Comissão de Engenharia Sanitária na Ordem dos Engenheiros. Apontam-se os pontos do plano de actividades da Comissão, sendo de realce a realização do primeiro curso de pós-graduação de Engenharia Sanitária.

Synopsis of articles published in «Técnica» n° 416

XLVII — October 1972

LUIS G. BRAGA DA CRUZ U. D. C. 624.07 : 518.5

THE EFFECT OF AXIAL DEFORMATIONS OF COLUMNS IN THE CALCULUS OF STRUCTURES IN VERY HIGH TRAMES

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 31 - 40

The methods of automatic computation of structures give the possibility of a very accurate analysis of large scale frames, if we include parameters which are usually disregarded. This paper points out the importance of th effect of axial deformations of columns in very high frames. Results of ordinary examples are compared in both cases of including or not the above mentioned effect and a method is show which takes into account the correction due to the building process.

RUI NUNES CORREIA U. D. C. 621.785

TRANSFORMATIONS DURING TEMPERING OF 12% CHROMIUM MARTENSITE STEEL

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 1 - 5

The carbide precipitation reactions during the first four stages of tempering in 12% chromium steels are reviewed. Reference is also made to the role of other alloying elements in these transformations and in the occurrence of a fifth stage corresponding to an intermetallic precipitation.

HERMINIO DUARTE - RAMOS U. D. C. 621.52 : 007

STRUCTURAL ANALYSIS OF CONTROL SYSTEMS

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 41 - 48

We describe the electrical motor control to show the nature of the variables and components of the system and to classify the types of automatic control.

DIAMANTINO F. G. DURAO U. D. C. 621.43

ROTOR AND COMPRESSION RATIO OF WANKEL TYPE ENGINES

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 7 - 16

Tsis paper is the continuation of onother publication by the author, reference 1.
In the paper it is shown and discussed the different criteria to define the shape of rotor of the Wankel type engines. The implications of the two more important criteria and how to overcome tse mathematical difficulties involved are reported.
The importance of the non-dimensional geometrical parameter $(a + b)/c$ is referred to and justified.
The variation of the compression ratio with $(a + b)/c$ is shown.

DR. L. D. PETTIT U. D. C. 541.486 : 541.63 : 541.486

TWO CONFERENCES ON COORDLINATINO CHEMISTRY

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 49 - 52

I) Based on the entropic and enthalpic changes which assist complex formation, conclusions are drawn on the existence of stereoselectivity in the formation of MAB type complexes, A and B being optical isomers (ligands).
II) A sistematisation of the main types of soft ligands is given and the concept of π-backdonation reviewed in the light of the available experimental evidence.

ANTONIO DUARTE SILVA
EDUARDO C. MARÇAL GRILO U. D. C. 620.17

THEORY OF SLIT LINES - APPLICATION TO EXTRUSION

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 17 - 24

In this first of a series of two, the slip line field theory is presented, exemplifying in the end how this theory may be applied to extrusion. Tse second article will illustrate how the above theory may be used in forging.

JOSÉ SOARES AMARO U. D. C. 628

SANITARY ENGINEERING

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 53 - 56

In this paper, a reference is made to the necessity of developping Sanitary Engineering in Portugal, as an autonomous speciality. This development work is being done by the Sanitary Engineering Groups, of the National Association of Engineers. The main points in the scheme of the Groups activities are presented, specially the realization of the first post-graduation course in Sanitary Engineering.

J. LOUREIRO PINTO U. D. C. 624.131.25 : 624.131.439 553.54

DESFORMABILITY OF THE SCHISTIE ROCKS

Técnica N.° 416 — XLVII — 10-1972, p. 25 - 30

In the present paper, the results of laboratory and in situ uniaxial compression tests of schistous rocks are presented, an analysis, of the Poisson's ratio, of the coefficient of unit elasticity, of the Poisson's ratio, of the coefficient of unit volume expansion and the relation between principal directions of stress and strain with the angle between a given direction and the normal to the schistosity.

BIBLIOGRAFIA

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 31 : 388.1 : 656.11 (673)

Recenseamento de tráfego nas Estradas de Angola — *J. A. E. A.*
Boletim 4, Dezembro, 1971

C. D. U. 31 : 658.56

O controle estatístico da qualidade — *J. F. Henriques*
Ind. Moç. E (1) 1972, 22 - 28

C. D. U. 311.4 : 658.5

A estatística e a indústria — *Elvio Vidal Castedo*
Engenho *27* (3), 105 - 112, 1972

C. D. U. 338.5 : 656.2

La connaissance du coût des travaux administratifs dans les chemins de fer — *M. C. Thompson et al*
Rail Int. *3* (2) 1972, 134 - 137

C. D. U. 516.5

On control problems with restricted coordinates — *A. B. Kurzhahanskii e S. Osipov*
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33 N.° 4, pág. 682

C. D. U. 517.53

Relações de dispersão em sistemas — *Manuel José Lopes da Silva*
Electricidade, *15* (70) p. 98 - 103

C. D. U. 517.9 : 518 : 531

Optimal strategies in a linear differential game — *N. N. Krasovskii*
P. M. M. 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 675

C. D. U. 523.7

Sur la détermination de l'aplatissement dynamique du soleil et des coeficients β et γ du tenseur de Robertson — *Christian Marchal*
La Recherche Aérospatiale, 2 - 1970, pág. 57

C. D. U. 531.1 : 539.31 : 51

On the correctness of certain problems of the membrane theory of shells of negative curvature — *V. A. Shachnev*
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 654

C. D. U. 531 : 51

Complete systems of particular solutions in shallow shell theory — *L. A. Fil'shtinskii*
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 666

C. D. U. 531 : 51

Optimizing the tracking process under rondon perturbations — *A. I. Solianik e F. L. Chernous'ko*
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 696

C. D. U. 532 : 51

On the motion of two spheres in a perfect fluid — *O. V. Voinov*
P. M. M., 1 - 970, vol. 33, N.° 4, pág. 638

C. D. U. 533.6 : 51

Applying the explosion analogy to the calculation of hypersonic flows — *O. S. Ryzhov e E. D. Terent'ev*
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 605

C. D. U. 534.86 : 725.11 (430.1-37.442-21)

Equipements électro-acoustique du nouvel immeuble des députés du Bundestag — *Brinkmann, H., Schneider, E.*
Rev Siemens 29 (1971) No 4, pags. 181 a 183

C. D. U. 535.42 : 51

Diffraction of a shock wave on a wedge moving at supersonic speed
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág.613

C. D. U. 535.42 : 538.56 : 51

On the theory of electromagnetic wave diffraction in active media — *S. S. Kalmykova e V. I. Kurilho*
P. M. M., 1 - 1970, col. 33, N.° 4, pág. 619

C. D. U. 536.421.4 (084) + 66.065 : 669.71

Aspectos técnicos de la solidificación del aluminio — *M. C. Flemings*
Rev. Met. *CENIM, 7* (3), 230 - 238

C. D. U. 537.311

Fenómenos não - lineares em Electrotecnia — *Franklim Guerra (E. E. — U. P.)*
Revista Electricidade, 8 - 72, pág. 364

C. D. U. 537.363 : 621.795.3 : 629.113.011.512

Installation de peinture électrostatique par trempage avec plate-forme de trempage commandée numériquement — *Berger, S., Schwindt, H.*
Rev. Siemens 29 (1971) No 4, pags. 143 a 150

C. D. U. 538.24

Micro - estrutura da chapa magnética — *Franklin Guerra*
Electricidade, *15* (70) 1971, pág. 81 - 84

C. D. U. 539.3 : 51

Approximate theory of buckling of thin plates of semi-linear material in case of affine initial deformation — *L. M. Zubov*
P. M. M., 1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 647

C. D. U. 541.135

Empleo de anodos dimensionalmente estables de titanio activado en la electrolisis cloro - alcali — *O. de Nora*
Dyna, *46* (10) 1971, 447 - 452

C. D. U. 62.004.8

Tertiary treatment — *G. A. Truesdale*
Walter Pollution Control Engineering, pág. 88

C. D. U. 620.197.5 : 628.14

Protecção catódica — *Eduardo Gomes dos Reis*
Engenho, *26* (2), 73 - 86, 1971

C. D. U. 620.9 : 662.2 (313)

Fuel and power in the 21st century — *M. W. Thring*
Electronics & Power, *18* (1) 1972, p. 3

C. D. U. 621.3.029.6.049.75

Thin-film microcircuit technology—V. H. F. to microwave — *Brian Oliver*
Electronics & Power, *18* (1) 1972, 5

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES

AMADEU GAUDÊNCIO

LIMITADA

SEDE — R. ALEXANDRE BRAGA, 4-A — LISBOA
Tel. 56 00 51 — Telg. CONSTRUÇAO
R. CASAL DO PEDRO, 7 — MASSARELOS — PORTO
Telefone 69 12 45

Mais de 50 anos de experiência

CONSTRUÇÕES
CIVIS E INDUSTRIAIS
BETÃO
ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO
CARPINTARIA
ESTUQUES
PINTURAS

BLOCOS DE ALVENARIA
E PAVIMENTO

BETÕES DE ISOLAMENTO
E DE ENCHIMENTO

BETÕES RESISTENTES
E REFRACTÁRIOS

PRÉFABRICADOS

PAINEIS PAREDE

Leca

Leca

ARGILA EXPANDIDA
O INERTE RESISTENTE, LEVE, ISOLANTE

Leca

ARGILEX S. A. R. L.
Av. António Augusto de Aguiar, 150 F. 2.° E.
Telef. 4 78 62 LISBOA 1

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALÚRGICA

RESPONSABILIDADE LIMITADA

(REGISTADO)

• •

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

• •

ESCRITÓRIO:
RUA DE S. TIAGO, 13
TELEF. 86 19 72
LISBOA

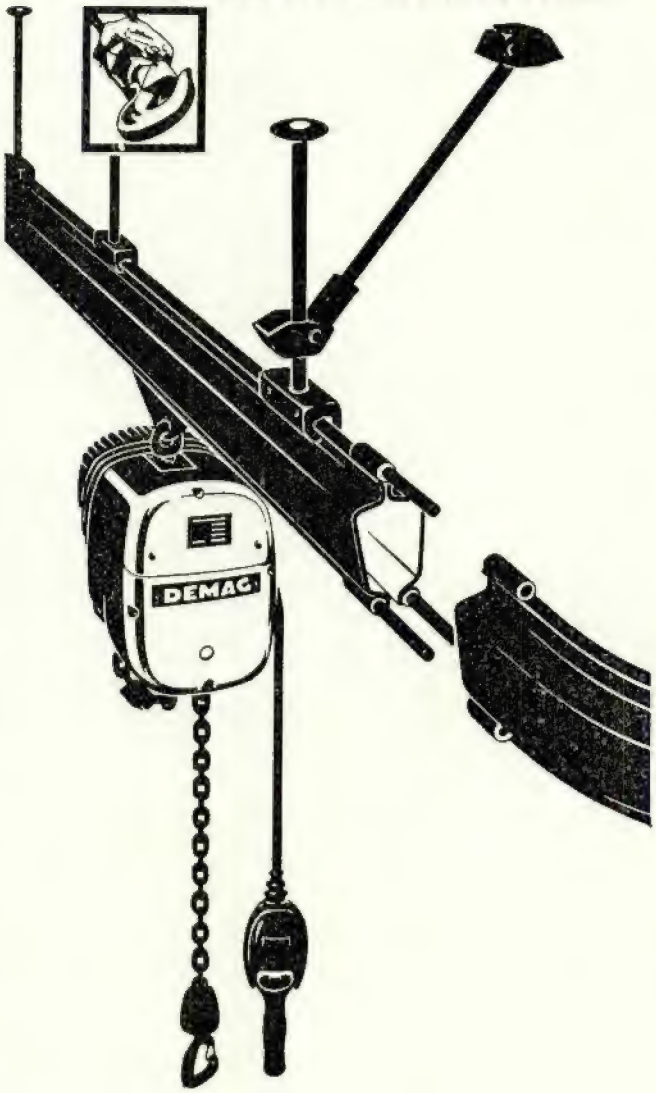
Já pensou...

... que o seu anúncio
é muito eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais - Lisboa 1 - Telef. 73 15 49

DEMAG EQUIPA TODA A INDUSTRIA



Mais uma solução para os vossos problemas de elevação!

O novo «Demag Junior» deu as melhores provas nos ensaios práticos a que foi sujeito.
Equipado com corrente de elos de alta resistência, com um coeficiente de segurança dez vezes superior à sua capacidade nominal, dispõe de um acoplamento de fricção anti-desgaste que o protege contra sobrecargas e erros de mânobra.

Para capacidades de 125, 250, 500 e 1000 Kg., podendo dispor de duas velocidades de elevação-normal e de precisão.
A sua utilização em conjunto com o

Sistema Demag Junior: pequenas gruas de parede e de coluna, pequenas pontes rolantes suspensas e monorails suspensos, de fácil montagem, constitui a resolução económica, racional e prática dos problemas da sua indústria.
Consulte-nos no seu próprio interesse e a nossa resposta será: Servir!

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDUSTRIA

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA – TRAVESSA DA GALE, Nº 9. TEL. 635670 / 634061 • PORTO – R. DE SÁ DA BANDEIRA, Nº 589/603. TEL. 25871/32205

C. D. U. 621.3.078

Considerações sobre regulação automática — *Manuel Tavares de Pinho*
Revista de Electricidade, 8 - 72, vol. X pág. 384

C. D. U. 621.3.08

Chart Recorders — *J. A. Thomas*
Elect. and Fower, *18*, 1972, p. 244 - 248

C. D. U. 621.31

Asea Power Symposium 1971
ASEA 44 (5) (1971)

C. D. U. 621.311.2.004

Disponibilidade de centrais eléctricas — *Franklin Guerra*
Electricidade, *15* (73), 1971, p. 250 - 256

C. D. U. 621.313

The eccentric electromagnetic engine — *Brian Bowers*
Electronics & Power, *18*, 1972, p. 269 - 272

C. D. U. 621.314

High - Voltage test transformers — *M. Wagstaff*
Electronics and Power, 18, 1972, p. 254 - 258

U. D. C. 621.314.26 : 621.314.58

Frequency convertors for high-frequency melting and heating plants — *Thorborg, K.*
ASEA Journal, *44* (1971) : 6, pp. 185 - 187

C. D. U. 621.315.61.015.53

Interpretação da não linearidade de descargas parciais — *Herminio Duarte - Ramos*
Electricidade, *11*, 12-71, N.° 74, pág. 315 - 322

C. D. U. 316.3.001.4

Essais des cellules moyenne tension à disjoncteur débrochable, type 8 B, pour 6 à 30 kV — *Hashoff, L., Sanders, H. - G.; Sinnecker, G.; Zemann, E.*
Rev. Siemen, 29 (1971) No 4, pages 162 à 169

C. D. U. 621.316.7 : 519

Le prospettive dell' ottimazione nei sistemi di regolazione analogica — *D. Cancellara*
Marelli, XLV, (1) 1971, 1.° Trimestre

U. D. C. 621.316.727.077.8 : 621.314.632

Power - factor correction with thyristor - controlled capacitors — *Frank, H. and Landström, B.*
ASEA Journal, *44* (1971) : 6, pp. 180 - 184

C. D. U. 621.317-523.8 : 654.93 : 681.3

Mémoires électroniques pour installations d'édition de procès - verbaux de comptage — *Amberg, H. - U.; Willin-Fuhrmann, H.*
Rev. Siemens, *29* (1971) No 4, pags.151 à 155

C. D. U. 621.319.616.9

Modernos materais orgânicos usados no isolamento eléctrico — *H. Duarte - Ramos*
Electricidade, *15* (70) 1971, p. 90 - 97

C. D. U. 621.355 : 621.314.6 : 621.33 : : 625.4 (430.1-37.6-21)

Chargeur à thyristors pour les chemins de fer métropolitains de Munich — *Kunter, M.; Wasserbauer, H.*
Rev. Siemens, *29* (1971) No 4, pags. 176 à 178

C. D. U. 621.372.2

A note on the anomalous skin effect — *R. M. Gupta e N. L. Varma*
Acta Phys. Ac. Sc. Ung. *30* (2) p. 218 (1971)

C. D. U. 621.382.3

Transistors vidéo à tension inverse élevée — *Dathe, J.; Schrenk, H.*
Rev. Siemens, *29* (1971) No 4, pags. 178 à 181

C. D. U. 621.392.5

L'expression de la matrice de repartition des quadripoles en pont symétriques ou potentiel - symétriques — *P. Postelnicu*
Bul. Inst. Pol. Gheorghe Ghe - Dej Buc., vol. 33, (1) 1971, p. 137

C. D. U. 621.395

Voice switching parameters in Telephony — *G. I. Barnes*
Electrical Communication, 47 (3) (1972) 186

C. D. U. 621.395 + 6

Speech Scrambling — *R. C. French*
Electr. and Power, *18* 1972 p. 263 - 264

C. D. U. 621.395.822.1

Os Acoplamentos Indirectos nas Linhas de Telecomunicação — *M. R. da Silva Delgado*
Electricidade, XVI (82) (1972) 345

C. D. U. 621.395.822.1

Dois casos de compensação de diafonia — *Manuel R. da Silva Delgado*
Electricidade, *15* (70) 1971, p. 104 - 107

C. D. U. 621.396.5

Mobile radio system for 7 to 0.7 meters : the new SE57 — *P. Brüggemann*
Electrical Communication (ITT), 1972, vol. 47, N.° 3 pág. 131

C. D. U. 621-5 : 51

Dinamics of an electromagnetic trigger regulator with two pulses per period — *L. A. Komraz*
P. M. M.,1 - 1970, vol. 33, N.° 4, pág. 722

C. D. U. 621.565/59 : 664.8

Les machines frigorifiques au service de l'industrie des produits alimentaires; quelques autres applications de ces machines — *H. A. Schobinger*
Techniques Suisse, 1 - 1970, N.° 1, pág. 43

C. D. U. 621.798.1.002.71 : 656.61

A contentorização: problemas para os transportes marítimos, portos, mão-de-obra e poderes públicos
Ind. Moçamb. *3*, 12 (1970) p. 387 - 393

C. D. U. 624.07 [012.4].001.5
378.9 : 624.07 [012.4]

Actividade profissional, ensino e investigação do domínio do betão estrutural — *J. Ferry Borges*
Memória da Ordem dos Engenheiros, 1971, vol. 3 (EC-2) pág. 23 - 32

C. D. U. 624.072.33

Estudo generalizado do quadro rectangular — *Juan J. Arenas de Pablo*
Engenho, *27* (2) : 47 - 56, Abril 1972

C. D. U. 624.131.22 : 552.52 (689.7) : : 624 : 138 : 691.5

Consolidação pela cal de uma concentração de laterite granular argilosa na Niassalandia — *A. N. Schafiled*
Bol Inf. do LEA,*9* (104) : 1971, 433 - 450

C. D. U. 624.131.22 : 553.623 (673.2)

Sedimentologia e génese das areias vermelhas dos arredores de Luanda (Angola) — *G. Soares de Carvalho*
Bol. Inf. LEA, *9* (104) 1971, 451 - 468

técnica

REVISTA DE ENGENHARIA DA ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

ÍNDICE POR ASSUNTOS DOS ARTIGOS PUBLICADOS

NÚMEROS 411 A 415 VOLUME XXXIV OUTUBRO DE 1971 A FEVEREIRO DE 1972

Artigo	N.º	Data	Pág.
0 — GENERALIDADES			
C. D. U. 007			
A cibernética e a sua leitura..... *Helder Coelho*	414	1-972	223
3 — CIÊNCIAS SOCIAIS			
C. D. U. 361.91 (469) : 550.34			
Planeamento Nacional Antisísmico *Correia Mineiro*	412	11-971	77
37 — EDUCAÇÃO			
C. D. U. 37 : 518.5			
O ensino auxiliado por computadores ..... *J. Basile*	415	2-972	275
5 — CIÊNCIAS PURAS			
51 — MATETMÁTICA			
C. D. U. 518.5 : 37			
O ensino auxiliado por computadores ..... *J. Basile*	415	2-972	275
53 — FÍSICA			
C. D. U. 531.213 : 624.072.2			
Vigas de eixo ortoquebrado em apoios desnivelados ..... *Brasão Farinha*	414	1-972	203
C. D. U. 532.526.4			
Ensaios em camada limite turbulenta ao longo duma placa plana com gradiente de pressão nulo *A. Comprido e A. Leite*	412	11-971	91
C. D. U. 536.2.081 : 536.711			
The effectiveness of a two-dimensional film-cooling slot with tapered lip ..... *Mário Nina*	412	11-971	73
C. D. U. 536.711 : 536.2.081			
The effectiveness of a two-dimensional film-cooling slot with tapered lip ..... *Mário Nina*	412	11-971	73
C. D. U. 536.77 : 541.121			
Determination of the excess gibbs function G from total vapour pressure measurementes ..... *J. C. G. Calado*	415	2-972	237
C. D. U. 537.52 : 621.3.032.21			
Aplicações dos arcos de cátodo ôco *Rocha Trindade*	411	10-971	15
C. D. U. 539.22 : 624.131.25 624.131.25 : 539.32			
Anisotropia das rochas. Superfícies mais prováveis das tensões de rotura e dos módulos de elasticidade ..... *Peres Rodrigues*	413	12-971	143
C. D. U. 539.22 : 624.131.25 624.131.25 : 539.32			
Anisotropia das rochas endógenas *F. Peres Rodrigues*	415	2-972	241
C. D. U. 539.32 : 624.131.25 539.22 : 624.131.25			
Anisotropia das rochas. Superfícies mais prováveis das tensões de rotura e dos módulos de elasticidade ..... *Peres Rodrigues*	413	12-971	143
C. D. U. 539.32 : 624.131.25 539.22 : 624.131.25			
Anisotropia das rochas endógenas *Peres Rodrigues*	415	2-972	241
54 — QUIMICA - MINERALOGIA			
C. D. U. 541.121			
Disorder in crystais ..... *L. A. K. Staveley*	414	1-972,	173

Artigo	N.º	Data	Pág.
C. D. U. 541.121 : 536.77			
Determination of the excess gibbs G from total vapour pressure measurements ..... *J. C. G. Calado*	415	2-972	237
C. D. U. 541.64 : 621.315.611.017.143			
Significado do campo eléctrico no arvorejamento de polímeros devido a uma heterogeneidade elíptica e hiperbólica ..... *Duarte - Ramos*	413	12-971	131
C. D. U. 542.1/4 : 624.131.25 : 550.41			
A percolação forçada de água através das rochas e a previsão de alterabilidade ..... *Aires - Barros e R. C. Graça*	412	11-971	59
C. D. U. 547.25			
Two conferences on organometalic compounds ..... *M. L. H. Green*	411	10-971	53
55 — GEOLOGIA			
C. D. U. 550.34 : 361.91 (469)			
Planeamento Nacional Antisísmico *Correia Mineiro*	412	11-971	77
C. D. U. 550.41 : 542.1/4 : 624.131.25			
A percolação forçada de água através das rochas e a previsão de alterabilidade ..... *Aires - Barros e R. C. Graça*	412	11-971	59
C. D. U. 550.834.002.5			
Sistema para medição de tempos curtos de propagação de ondas sísmicas ..... *Guimarães Correia*	414	1-972	199
6 — CIÊNCIAS APLICADAS			
620 — ENSAIOS E ACÇÕES FÍSICAS SOBRE OS MATERIAIS			
C. D. U. 620.17			
Análise elástica de uma placa circular com furo central submetida a uma carga transversal uniforme ao longo de uma circunferência ..... *G. Pina*	415	2-972	261
ENGENHARIA			
621.1 — MÁQUINAS ACTUADAS POR FLUÍDOS			
C. D. U. 621.154			
Lifting line theory of axial flow turbomachines a review ..... *A. F. O. Falcão*	414	1-972	191
621.3 — ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA			
C. D. U. 621.3.032.21 : 537.52			
Aplicações dos arcos de cátodo ôco *Rocha Trindade*	411	10-971	15
C. D. U. 621.315.611.017.143 : 541.64			
Significado do campo eléctrico no arvorejamento de polímeros devido a uma heterogeneidade elíptica e hiperbólica ..... *Duarte - Ramos*	413	12-971	131
C. D. U. 621.357			
Modos de obtenção de um depósito metálico com espessura uniforme e métodos de medição das eficiências de distribuição dos banhos electrolíticos ..... *Cesar Sequeira*	412	11-971	85
C. D. U. 621.374.32 : 519.5			
Sobre a construção de um cronómetro digital ..... *Helder Coelho*	415	2-972	269
621.7 — TRABALHOS DE OFICINA			
C. D. U. 621.791.004.64			
Perspectivas da evolução dos critérios de aceitação dos defeitos de compacidade em soldaduras ..... *Salgado Prata*	413	12-971	165
624 — ENGENHARIA CIVIL			
C. D. U. 624.042.5 : 627.82.001.57			
Determinação de tensões térmicas em barragens de betão por meio de ensaio em modelo ... *Manuel Rocha* *A. F. da Silveira*	411	10-971	3
C. D. U. 624.042.8			
Dynamic loads (in particular wind and earthquake loads)..... *Ferry Borges*	413	12-971	117
C. D. U. 624.072.2 : 531.213			
Vigas de eixo ortoquebrado em apoios desnivelados ..... *Erasão Farinha*	414	1-972	203

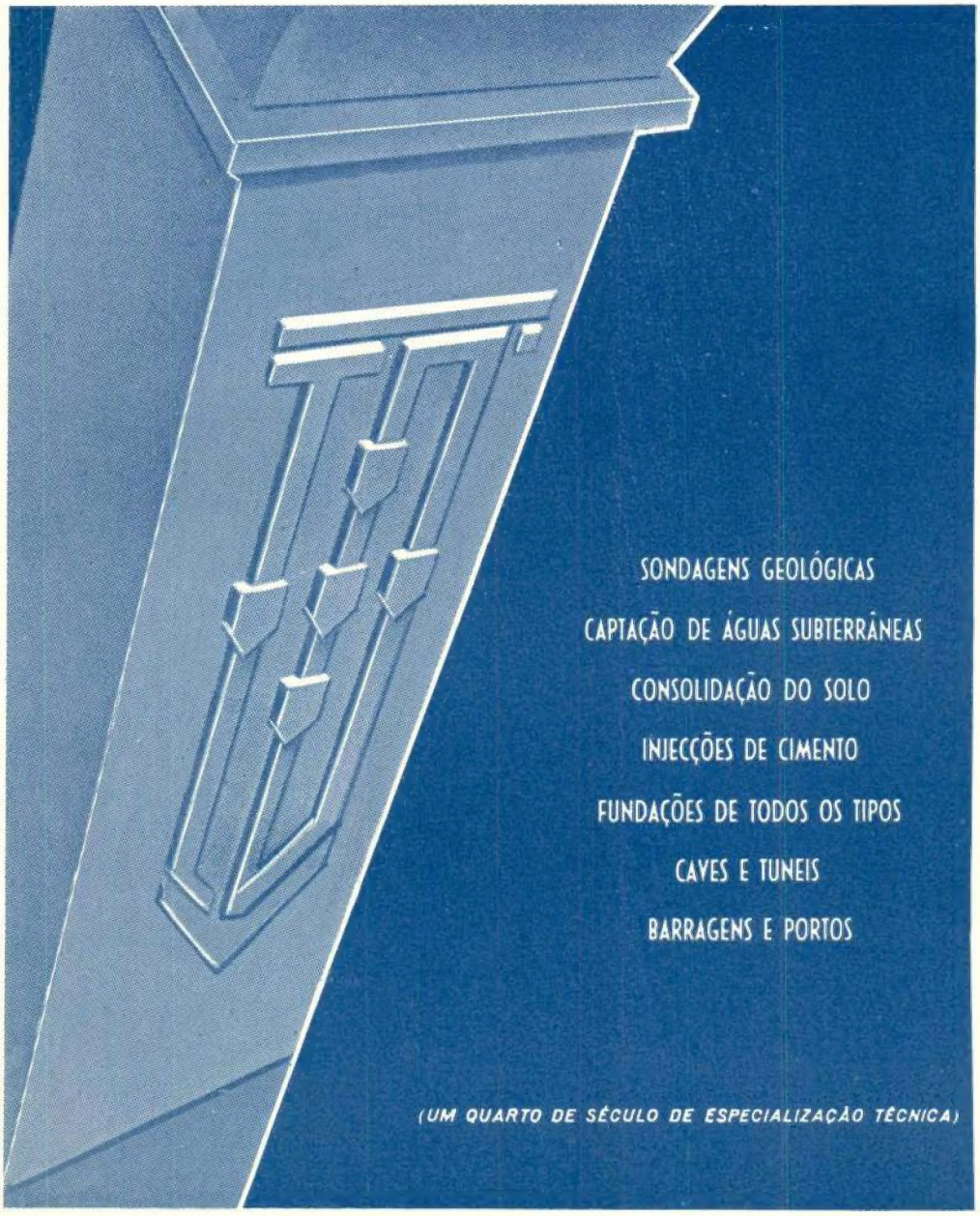
Artigo	N.º	Data	Pág.
C. D. U. 624.131.25 : 539.22 624.131.25 : 539.32			
Anisotropia das rochas endogénas *F. Peres Rodrigues*	415	2-972	241
C. D. U. 624.131.25 : 539.22 624.131.25 : 539.32			
Anisotropia das rochas. Superfícies mais prováveis das tensões de rotura e dos módulos de elasticidade ..... *Peres Rodrigues*	413	12-971	143
C. D. U. 624.131.25 : 550.41 : 542.1/4			
A percolação forçada de água através das rochas e a previsão de alterabilidade ..... *Aires - Barros e R. C. Graça*	412	11-971	59
C. D. U. 624.131.25 : 624.138.51 624.131.25 : 624.138.439.5			
Caldas de injecção à base de cimento ..... *M. Barroso*	413	12-971	152
C. D. U. 624.131.43			
Efeito do tempo nas características mecânicas dos solos ..... *Guedes de Melo*	411	10-971	29
C. D. U. 624.131.43			
Efeito do tempo nas características mecânicas dos solos ..... *Guedes de Melo*	412	11-971	105
C. D. U. 624.131.439.5 : 624.131.25 624.131.25 : 624.138.51			
Caldas de injecção à base de cimento ..... *M. Barroso*	413	12-971	152
C. D. U. 624.138.51 : 624.131.25 624.131.25 : 624.131.439.5			
Caldas de injecção à base de cimento ..... *M. Barroso*	413	12-971	152
627 — CURSOS DE ÁGUA E CANAIS NATURAIS, RIOS, PORTOS. OBRAS PORTUÁRIAS E COSTEIRAS: BARRAGENS, ETC.			
C. D. U. 627.82.001.57 : 624.042.5			
Determinação de tensões térmicas em barragens de betão por meio de ensaio em modelo ... *Manuel Rocha* *A. F. da Silveira*	411	10-971	3
C. D. U. 627.82.04.001.57			
Comportamento até à rotura de materiais para modelos sob a acção de solicitações triaxiais *Carlos Pereira da Costa*	415	2-972	245

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

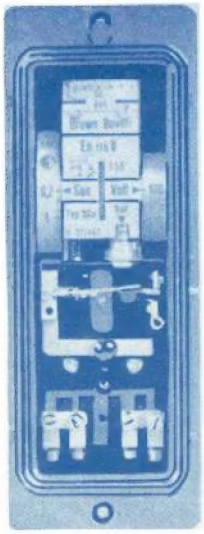
AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA

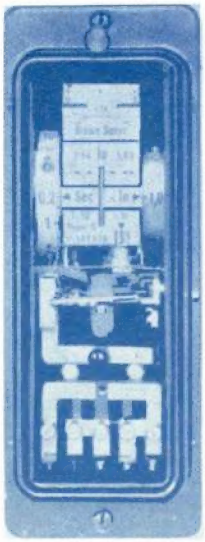


Protegei as vossas máquinas, aparelhos, e instalações, dos perigos externos e internos utilizando relés

BROWN BOVERI

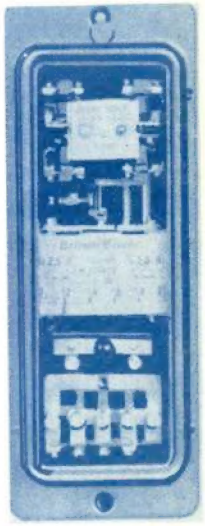


Sobretensão



Sobrecarga curto-circuito

Sobrecarga térmico



Sobrecarga instantâneo

Frequência

Cargas assimétricas

Diferencial

Terra

Os nossos Serviços Técnicos podem auxiliar a resolver os vossos problemas sobre protecções.